AGRICULTURA
IRRIGADA NO BRASIL
História e
Economia
Alysson Paolinelli
Durval Dourado Neto
Everardo Chartuni Mantovani
ORGANIZADORES
ESALQ
USP
ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
IRRIGAÇÃO E
DRENAGEM

ESALQ
USP

CONSIDERAÇÕES SOBRE A OBRA "AGRICULTURA IRRIGADA NO BRASIL" E O PROFESSOR ALYSSON PAOLINELLI, TERCEIRO TITULAR DA CÁTEDRA LUIZ DE QUEIROZ

A Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (Esalq), da Universidade de São Paulo (USP), anunciou em 10 de outubro de 2017 a instalação da Cátedra Luiz de Queiroz, que foi aprovada por sua Congregação em 14 de setembro de 2017, iniciativa apoiada, nessa ocasião, pelo Instituto de Estudos Avançados (IEA) da Universidade de São Paulo (USP). A indicação do Conselho de Governança da Cátedra do eminente **Ex-Ministro Alysson Paolinelli** para ser o **Terceiro Titular da Cátedra Luiz de Queiroz (Ciclo 2020/2022)**, foi aprovada em reunião da Congregação em 28 de maio de 2020, com posse em 3 de junho de 2020 para um ciclo anual, sendo reconduzido para novo ciclo, até 2 de junho de 2022 (Portaria Interna Reitoria 215, de 26/04/21).

O Conselho de Governança da Cátedra Luiz de Queiroz é composto pelos seguintes membros: Durval Dourado Neto (Docente do Departamento de Produção Vegetal e Diretor da Esalq/USP), João Roberto Spotti Lopes (Docente do Departamento de Entomologia e Acarologia e Vice-Diretor da Esalq/USP), Luiz Gustavo Nussio (Docente do Departamento de Zootecnia da Esalq/USP), Nelson Sidnei Massola Junior (Docente do Departamento de Fitopatologia e Nematologia da Esalq/USP) e Ruy de Araújo Caldas (Membro externo de notório saber).

A **Cátedra Luiz de Queiroz de Sistemas Agropecuários Integrados** é uma cadeira voltada para a discussão e realização de atividades abertas à participação de professores e estudantes de graduação e de pós-graduação da Instituição. Tem por finalidade promover reflexões e atividades interdisciplinares, em nível regional, nacional e internacional, sobre temas relativos ao desenvolvimento e sustentabilidade de Sistemas Agropecuários Integrados e suas aplicações com o ambiente e com a sociedade.

Alysson Paolinelli é Engenheiro Agrônomo formado em 1959 pela Universidade Federal de Lavras, Lavras (MG). Especializou-se nos estudos sobre o potencial da região do Cerrado para a produção agrícola. Em 1971, assumiu a Secretaria de Agricultura de Minas Gerais. Foi ministro da Agricultura no período de 1974 a 1979. Nesse período, Paolinelli modernizou a Embrapa e promoveu a ocupação econômica do Cerrado.

Em 2006, indicado por Norman Borlaug, foi agraciado com o prêmio *World Food Prize* (equivalente ao Prêmio Nobel da alimentação), por liderar a implantação da Agricultura Tropical no Cerrado Brasileiro. Em agosto de 2017, recebeu a Medalha Luiz de Queiroz, e, em 2021 e 2022, foi indicado para o Prêmio Nobel da Paz, pelo seu legado em transformar o Brasil em potência mundial do agronegócio e no papel do País em alimentar pessoas no mundo todo.

Foi Diretor-Geral da ESAL (atual, UFLA). É presidente executivo da Associação Brasileira dos Produtores de Milho (Abramilho), diretor da Verde AgriTech desde 2014 e presidente do Conselho Consultivo do Fórum do Futuro.

A principal temática desenvolvida na Cátedra Luiz de Queiroz (Ciclo 2020/2022) está voltada para projetos e propostas de políticas e ações públicas e privadas que organizem a atividade rural nacional de forma sustentável na Agricultura Irrigada, por meio de Sistemas Agropecuários Integrados no Brasil e tendo em vista sua inserção no agronegócio.

Quanto às Políticas Públicas na Agricultura Irrigada, o principal projeto a ser desenvolvido: Biomas Tropicais: [i] Caracterização da disponibilidade hídrica no Brasil, e [ii] desenvolvimento da Agricultura Irrigada no Brasil.

Quanto à Liderança Internacional (A5 - *Agricultural Academic Alliance*), a Cátedra visa colaborar com a consolidação da Aliança entre a Universidade de São Paulo (USP), por intermédio da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (Esalq), *Wageningen University and Research (WUR)*, *University of California-Davis (UCDavis)*, *China Agricultural University (CAU), e Cornell University* (melhores universidades de Ciências Agrárias do Mundo no ranking da editora *U.S. News and World Report 2016)*, que tem por objetivo viabilizar a realização de programas acadêmicos internacionais de longa duração para atender as demandas do mundo nas áreas de Agricultura, Pecuária, Meio Ambiente e Segurança Alimentar.

Ao final do primeiro ciclo como Terceiro Catedrático, aos 121 anos do Aniversário da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, **Alysson Paolinelli** apresenta esta obra que agrega as principais lideranças da área de Agricultura Irrigada no Brasil.

Prof. Dr. Carlos Gilberto Carlotti Junior

Reitor da Universidade de São Paulo

3 de junho de 2022.

ALYSSON PAOLINELLI: VIDA E OBRA E O SEU O LEGADO PARA PAZ

O Ex-Ministro Alysson Paolinelli teve atuação de grande destaque em toda sua trajetória acadêmica e profissional.

Primeiro colocado no vestibular do Curso de Agronomia da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), foi o presidente do Centro Acadêmico daquela instituição, onde se graduou Engenheiro Agrônomo em 1959, como primeiro colocado e orador da Turma de Formandos. Foi Diretor da ESAL (hoje Universidade Federal de Lavras - UFLA) entre 1967 e 1971, onde lecionou Hidráulica, Irrigação e Drenagem por 11 anos.

Nesse período, aprendeu os fundamentos básicos da Academia: a essência do conhecimento científico é a sua aplicação prática, como preconizava Confúcio, com o intuito maior de transformar conhecimento em riqueza para melhoria da vida de todos, especialmente os menos favorecidos. Desde o início foi um líder independente que sempre cultivou a PAZ e norteou suas ações com base na CIÊNCIA.

Especializou-se nos estudos sobre o potencial da região do Cerrado para a produção agrícola e teve brilhante atuação na direção de órgãos públicos, criando e implantando programas e instituições de grande importância na agricultura.

Foi Secretário de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais de 1971 a 1974, quando criou o Programa Integrado de Pesquisas Agropecuárias de Minas Gerais (hoje Epamig).

De 1991 a 1998, novamente Secretário, criou e implantou o Instituto Mineiro Agropecuário (IMA), que coordena programas de defesa sanitária animal e vegetal, e de qualidade e certificação de produtos agropecuários.

Foi Ministro da Agricultura de 1974 a 1979. Nesse período, Paolinelli impulsionou a expansão da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), criou e implantou a Embrater (Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural), e promoveu a ocupação econômica do Cerrado através do PRODECER, programa conjunto entre o Brasil e o Japão.

Posteriormente, atuou como presidente de várias instituições públicas e privadas, destacando-se o Banco do Estado de Minas Gerais (1979-1982), a Associação Brasileira de Bancos Comerciais Estaduais (Asbace) (1980-1982), a Fiat Allis Latino Americana (1982-1996 e 1998-2001), a Confederação Nacional de Agricultura do Brasil (CNA) (1988-1990), o Fórum Nacional de Agricultura (1992-1993) e a Associação Brasileira dos Produtores de Milho (Abramilho) (2010-2015). Sempre apoiou o associativismo e o cooperativismo como formas de organização dos produtores rurais.

Atualmente, é presidente do Instituto Fórum do Futuro, que promove o desenvolvimento de uma agricultura tropical sustentável.

Ao longo de sua brilhante carreira recebeu diversos prêmios, condecorações e títulos honoríficos. Em âmbito nacional, destacam-se o Prêmio Frederico de Menezes Veiga (Embrapa, 1981), Professor Emérito (Universidade Federal de Lavras, 2006), Personalidade do Agronegócio (Associação Brasileira de Agronegócio, 2006), Ordem Nacional do Mérito Científico (Classe Grã-Cruz, 2008), Medalha dos 150 anos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa, 2010) e Medalha Luiz de Queiroz (Esalq/USP, 2017). Também obteve amplo reconhecimento internacional.

O notável Alysson Paolinelli é praticante da agricultura mais moderna, a de baixo carbono, tendo obtido o reconhecimento por lideranças de todas as tendências ideológicas. São várias as homenagens a ele feitas por membros dos mais diversos partidos no âmbito do Parlamento brasileiro, bem como - e principalmente - de inúmeras instituições acadêmicas. Isso acontece não só por Paolinelli ter sido um técnico que valorizou a agricultura brasileira, mas por ter colocado em prática políticas que instrumentalizaram sustentavelmente o combate à fome no Brasil e no mundo.

Sua atuação política no debate Constituinte redundou na Constituição Federal de 1988, primando, sempre, por liberdade e igualdade a todos os brasileiros.

Alysson Paolinelli, por meio de emendas ao anteprojeto da Constituição no âmbito da Subcomissão da Política Agrícola e Fundiária e da Reforma Agrária da Assembleia Nacional Constituinte, propôs que a ordem econômica e social tivesse que propiciar o desenvolvimento nacional e a justiça social com base nos princípios da liberdade de iniciativa; da propriedade privada dos meios de produção; da valorização do trabalho; da função social da propriedade e da igualdade de oportunidades.

Segundo Paolinelli, a função social da propriedade é cumprida quando propicia o bem-estar de todos que dela dependem; mantém níveis satisfatórios de utilização e eficiência; e assegura a conservação dos recursos naturais e justas relações de trabalho.

Suas ideias e propostas, que podem ser revisitadas nos arquivos da Assembleia Nacional Constituinte, contribuíram sobremaneira para o perfil final da Carta Magna cidadã de 1988, equacionando o embate que existe entre igualdade e liberdade. O Estado tem de intervir para produzir condições de igualdade; para regular as oportunidades; para torná-las acessíveis a todos os seres humanos, independentemente de sua cor, origem, gênero ou condição social. Sem descurar, por outro lado, da liberdade, da ideia de Estado que prima pelas liberdades individuais.

Quando Ministro da Agricultura entre 15 de março de 1974 a 15 de março de 1979, consolidou a Embrapa como empresa de pesquisa e promoveu o desenvolvimento rural brasileiro com base na ciência, tecnologia e inovação, bem antes de que a Constituição de 1988 estabelecesse que ao Estado cabe promover e incentivar o desenvolvimento científico, a pesquisa, e a capacitação, tendo em vista o bem público e o progresso da nação.

Sob a inspiração de Paolinelli, as instituições de Pesquisa, como universidades, empresas estaduais e a Embrapa, desenvolveram sistemas de produção específicos ao ambiente de produção tropical, viabilizando a exploração racional do Cerrado, otimizando a utilização dos recursos naturais, insumos agrícolas, mão-de-obra, terra e capital, o que resultou na expansão da produção sustentável de alimentos para parcela significativa da população mundial.

Não seria possível o desenvolvimento da agricultura e pecuária na savana brasileira sem as iniciativas do Ministro Alysson Paolinelli.

Não foi por acaso, portanto, o reconhecimento dado a ele, diante da grandeza de seus projetos e ações: foi agraciado, em 2006, com o prêmio *World Food Prize*, o equivalente ao Nobel da alimentação, por liderar a implantação da Agricultura Tropical Sustentável no Cerrado Brasileiro. Esse prêmio é dado a pessoas, independente de raça e gênero, que ajudaram consideravelmente a população a melhorar a qualidade, quantidade ou disponibilidade de alimentos no mundo.

Em 2019 foi nomeado Embaixador da Boa Vontade do Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA).

Em 2020, Alysson Paolinelli se tornou o Terceiro Titular da **Cátedra Luiz de Queiroz de Sistemas Agropecuários Integrados** (Ciclo 2020/2022), uma cadeira voltada para a

discussão e realização de atividades abertas à participação de professores e estudantes de graduação e de pós-graduação da USP, coordenada por uma personalidade de notório saber. Tem por finalidade promover reflexões e atividades interdisciplinares, em nível regional, nacional e internacional, sobre temas relativos ao desenvolvimento e sustentabilidade de Sistemas Agropecuários Integrados e suas aplicações com o meio ambiente e com a sociedade

Em 2021 e 2022, ALYSSON PAOLINELLI foi indicado pela Universidade de São Paulo, por intermédio da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", para o Prêmio Nobel da Paz, pelo seu legado para promoção da PAZ através da oferta de alimentos em nível global: não haverá PAZ enquanto houver FOME.

Transformou o Brasil, da condição de importador de alimentos em 1970, em potência mundial do agronegócio que viabilizou o Brasil alimentar mais de 10% da população mundial e de liderar como Terceiro Catedrático da Esalq/USP o Projeto Biomas, que procura estruturar um planejamento estratégico para prover a produção de alimentos para mais 1 bilhão e cento e vinte milhões de pessoas em 2050, sempre tendo como alicerce de seus programas a ciência, a tecnologia, a sustentabilidade e a inovação.

Alysson Paolinelli é, enfim, um líder brasileiro provedor da PAZ em nível MUNDIAL, tanto no PASSADO com o desenvolvimento da Agricultura Sustentável no Cerrado preservando a Amazônia, como no PRESENTE e no FUTURO liderando o Projeto Biomas na Academia como Terceiro Titular da Cátedra Luiz de Queiroz.

Roberto Rodrigues
Durval Dourado Neto

CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE ESTE LIVRO

A coleção de cinco livros da **OBRA** intitulada **AGRICULTURA IRRIGADA NO BRASIL** é a Edição Revisada e Atualizada dos livros "Diferentes abordagens sobre Agricultura Irrigada no Brasil: História, Política Pública, Economia e Recurso Hídrico", e "Diferentes abordagens sobre Agricultura Irrigada no Brasil: Técnica e Cultura", cujos títulos são:

- Agricultura Irrigada no Brasil: história e economia
- Agricultura Irrigada no Brasil: políticas públicas
- Agricultura Irrigada no Brasil: recursos hídricos e sustentabilidade
- Agricultura Irrigada no Brasil: ciência e tecnologia
- Agricultura Irrigada no Brasil: inovação, empreendedorismo e sistemas de produção

Este **LIVRO** intitulado **Agricultura Irrigada no Brasil: história e economia** foi organizado em 2 partes, contendo 9 CAPÍTULOS, 155 páginas (além de outras 22 páginas na parte pré-textual), contemplando 15 AUTORES de diferentes instituições públicas e privadas, assim discriminados:

Parte I - HISTÓRIA

CAPÍTULO 1. **A irrigação no Brasil: sua importância em normas, princípios legais e breve retrospectiva histórico-legislativa** por *Durval Dourado Neto, Alysson Paolinelli e Everardo Chartuni Mantovani*

CAPÍTULO 2. **A implementação da política nacional de irrigação no Brasil: história, situação e perspectivas** por *Antônio Felipe Guimarães Leite e Frederico Cintra Belém*

CAPÍTULO 3. **Desenvolvimento da indústria da irrigação no Brasil pelas décadas** por *Antonio Alfredo Teixeira Mendes*

CAPÍTULO 4. **Evolução tecnológica da indústria de equipamentos de irrigação por pivô central e linear no Brasil, com ênfase nos emissores e reguladores de pressão** por *Claudio Tomazela*

CAPÍTULO 5. **Históricos e relatos e reflexões pessoais sobre o Brasil como país-membro da Icid** por *Helvécio Mattana Saturnino*

Parte II - ECONOMIA

CAPÍTULO 6. **Situação e potencial da irrigação sustentável na agricultura familiar** por *Aziz Galvão da Silva Júnior e Everardo Chartuni Mantovani*

CAPÍTULO 7. **Benefícios diretos e indiretos da irrigação** por *Ricardo Gava*

CAPÍTULO 8. **Irrigação: o próximo salto da agricultura brasileira** por *Pedro Abel Vieira Júnior, Antônio Márcio Buainain, Durval Dourado Neto e Roberta Dalla Porta Grundling*

CAPÍTULO 9. **Análise da viabilidade econômica para irrigação** por *Flávio Gonçalves Oliveira e João Batista Ribeiro da Silva Reis*

Esta coleção de livros é parte de uma importante estratégia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo (Esalq/USP) que integra anualmente ao seu corpo técnico científico uma personalidade com especiais serviços prestados ao Brasil como Titular da Cátedra Luiz de Queiroz. No Ciclo 2020/2022, o Ex-Ministro Alysson Paolinelli é o Terceiro Titular da Cátedra Luiz de Queiroz de Sistemas Agropecuários Integrados.

A importância do trabalho do Ex-Ministro Alysson Paolinelli para agricultura irrigada brasileira é inquestionável, inicialmente como professor da área na antiga Escola Superior de Agricultura de Lavras (Esal), hoje Universidade Federal de lavras (Ufla), e posteriormente como Secretário de Agricultura do Estado de Minas Gerais, Ministro da Agricultura, inúmeros outros cargos na iniciativa pública e privada e uma incansável participação em eventos técnicos. Neste sentido, foi proposta a elaboração desta obra como uma das atividades do Ex-Ministro Alysson Paolinelli.

A agricultura irrigada é uma das principais estratégias brasileiras para garantir o aumento da produção de alimentos com **sustentabilidade**: (i) **social** com a geração de inúmeros empregos diretos e indiretos, (ii) **ambiental** com a área adicional irrigável de cerca de 15 Mha, no período de 30 anos, não necessitar o desmatamento de novas áreas ("desmatamento zero"), e (iii) **econômica** devido ao aumento da produção e, consequentemente, da renda no campo, na agroindústria e na área de serviços. O mundo demanda, segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), que o Brasil produza alimento para cerca de 2,7 bilhões de pessoas (de um total 9,8 bilhões de pessoas – população mundial) em 2050, sabendo que atualmente produz para cerca de 1,5 bilhões (de um total 7 bilhões de pessoas – população mundial).

As publicações técnicas são muito importantes para o desenvolvimento da agricultura irrigada porque subsidiam e norteiam ações da iniciativa pública e privada, pelo fato dos profissionais desses setores apresentarem soluções eminentemente técnicas, com base científica, e que representam os atuais valores da sociedade, visando transformar conhecimento em riqueza em benefício de todos os segmentos da sociedade. Para representar a visão da SOCIEDADE BRASILEIRA, foram convidados os profissionais que apresentaram contribuições nos diferentes capítulos desta OBRA.

Esta obra foi lançada nas comemorações do aniversário (3 de junho de 2022) de 121 de anos da Esalq/USP, motivo pelo qual a contracapa deste livro foi contemplada com as fotos (fotógrafo Gerhard Waller, DvComun/Esalq/USP) dos quadros de autoria do talentoso pintor Nikolaus (pseudônimo do Professor Dr. Klaus Reichardt): o '**retrato de dentro para fora**' do Portal Monumental da Esalq/USP retrata como a Esalq/USP se relaciona com sociedade e o '**retrato de fora para dentro**' do Portal Monumental da Esalq/USP retrata a visão da sociedade concernente à Esalq/USP. O Portal Monumental da Esalq/USP foi revitalizado após mais de 60 anos de inatividade e reinaugurado no dia 3 de junho de 2021 juntamente com a publicação da primeira edição desta obra.

Assim, os organizadores agradecem de forma muito especial às contribuições dos autores, que não mediram esforços para escrever um pouco da experiência de cada um, para esta importante obra da área de agricultura irrigada.

Durval Dourado Neto
Everardo Chartuni Mantovani

OS AUTORES

1. Alysson Paolinelli. Engenheiro Agrônomo (Esal, 1959). Foi Ministro da Agricultura (1974-1979). Prêmio *World Food Prize* (2006). Indicado ao Prêmio Nobel da Paz (2021). Terceiro Titular da Cátedra Luiz de Queiroz (Esalq/USP, Ciclo 2020-2022).

2. Antonio Alfredo Teixeira Mendes. Gerente Geral NaanDanJain Brasil Indústria e Comércio de Equipamentos para Irrigação Ltda. MBA Executivo Gestão Empresarial, Financeira e Controladoria – EPGE/FGV e Ohio University. Especialização em Engenharia de Irrigação – UFV. Engenharia Agrícola – FEEA/Unicamp. Diretor Plenário Sindicato Nacional da Indústria de Máquinas – SINDIMAQ. Vice-Presidente Câmara Setorial de Equipamentos de Irrigação da Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos – CSEI/Abimaq.

3. Antônio Felipe Guimarães Leite. Coordenador de Projetos e Polos de Irrigação, do Ministério do Desenvolvimento Regional. Formado em Agronomia pela Faculdade de Ciências Agrárias – UPIS (Brasília – DF). Possui especialização em Gestão de Recursos Hídricos e Irrigação. Agrônomo concursado do Ministério do Desenvolvimento Regional desde 2005. Trabalha na condução da Política Nacional de Irrigação desde 2006, tendo participado na elaboração da proposta de regulamentação da Lei 12.787, de 11 de janeiro de 2013.

4. Antônio Márcio Buainain. Graduado em Direito (Universidade Estadual do Rio de Janeiro - UERJ) e Economia (Faculdade de Direito da Universidade Estadual do Rio de Janeiro - UERJ). Professor do Instituto de Economia da Unicamp, pesquisador sênior do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Políticas Públicas, Estratégia e Desenvolvimento (INCT/PPED) e do Núcleo de Economia Aplicada, Agricultura e Meio Ambiente (NEA+), vinculado ao Instituto de Economia da Unicamp. Áreas de pesquisa: políticas agrícolas e desenvolvimento rural; agricultura familiar, reforma agrária e pobreza rural; inovação tecnológica e propriedade intelectual.

5. Aziz Galvão da Silva Júnior. Engenheiro Agrônomo e Mestre em Economia Rural (UFV), Ph.D. em Administração Rural (Univ. de Bonn, Alemanha). Pós-doutorado em Sustentabilidade (FoodNet Center, Universidade de Bonn, Alemanha) e Governança de Recursos Hídricos (Water for Food Institute, Universidade de Nebraska, USA). Professor Titular de Administração Rural da UFV. Coordenador de Projetos de Extensão e Pesquisa Aplicada nas áreas de Agricultura Familiar, Biocombustíveis, Sustentabilidade da Produção Agrícola e Difusão de Tecnologia.

6. Claudio Tomazela. Engenheiro Agrônomo (1981), Mestre (1993) e Doutor (1996) pela Esalq/USP; Gerente de Engenharia de Aplicação e Desenvolvimento de Mercado, Carborundum Sistemas de Irrigação (1982-1988); CT Assessoria Técnica em Agricultura Irrigada (1991-2003); Sócio Administrador da Senninger Irrigação do Brasil (2003-2016); CT Assessoria e Consultoria Empresarial Eireli (2016-2018); Coordenador de Desenvolvimento de Mercado da Nelson Irrigação Brasil Ltda (desde abril de 2018).

7. Durval Dourado Neto. Engenheiro Agrônomo (1984) pela UFV, Mestre (Irrigação e Drenagem, 1989) e Doutor (Solos e Nutrição de Plantas, 1992) pela Esalq/USP e Pós-Doutor em física do solo e modelagem em agricultura pela Universidade da Califórnia (1993-1995). Professor Titular e Diretor da Esalq/USP. Coordenador do Grupo de Políticas Públicas (GPP/Esalq/USP) para o desenvolvimento de inteligência estratégica e espacial no apoio à decisão da interface agricultura e meio ambiente. Atua em modelagem de sistemas agrícolas.

8. Everardo Chartuni Mantovani. Engenheiro Agrícola (1981) e Mestre (Engenharia Agrícola, 1986) pela UFV e Doutor (Agronomia – Manejo da Irrigação, 1993) pela Universidad de Córdoba Espanha. Professor (desde 1983) Titular Sênior do DEA-UFV. Coordenou por 20 anos o GESAI (Grupo de Estudos e Soluções para Agricultura Irrigada) - DEA/UFV. Em 2008 criou a empresa Irriplus Tecnologia e Treinamento Ltda na Incubadora de Empresas

Tecnológicas da UFV e é o idealizador e criador da empresa IRRIGER, hoje empresa do grupo Valmont. Atual presidente da Abid – Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem.

9. Flávio Gonçalves Oliveira. Engenheiro Agrícola com Mestrado e Doutorado em Engenharia Agrícola na área de Irrigação e Drenagem pela UFV. Professor de Irrigação e Drenagem do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG. Atuação na área de projetos de Irrigação, gerenciamento de Irrigação, hidrologia e análise de rentabilidade na agricultura Irrigada. Mais de 45 artigos publicados em revistas e capítulos de livros, mais de 500 projetos de Irrigação efetuados e 185 alunos orientados na área de Irrigação.

10. Frederico Cintra Belém. Analista de lnfraestrutura do Ministério da Economia desde o ano de 2010 e lotado atualmente no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Engenheiro Agrônomo pela Universidade de Brasília - UnB, Especialista em Irrigação e Gestão dos Recursos Hídricos. Atuou no cargo de Coordenador-Geral de Agricultura Irrigada do Ministério do Desenvolvimento Regional de janeiro de 2019 a setembro de 2020. Especialização em Gestão de Agronegócios, Especialização em Administração Pública, Especialização em Gestão Ambiental, e Curso de Aperfeiçoamento em Planejamento Estratégico. Atualmente está como Coordenador-Geral de lrrigação e Drenagem no MAPA e tem como atribuição a responsabilidade pela implementação da Política Nacional de lrrigação, Lei 12.78712013 e seus instrumentos.

11. Helvécio Mattana Saturnino. Engenheiro Agrônomo – UFV (1966) e Mestre - Purdue University, USA (1970). Presidente da ABID-Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem e editor da revista ITEM - Irrigação e Tecnologia Moderna no período de 2000 a 2021. Consultor e gerente de empreendimentos próprios, tem experiência na área de administração, com ênfase em projetos e gestão de agronegócios na agricultura irrigada, em organização de sistemas cooperativos de pesquisas e inovações e em trabalhos de integração agrícola e pecuária e o sistema Plantio Direto.

12. João Batista Ribeiro da Silva Reis. Engenheiro Agrícola pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), Mestre em Engenharia Agrícola pela UFLA e Doutor em Irrigação e Drenagem pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (Esalq/USP). Atualmente é pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, EPAMIG Norte. Tem experiência na área irrigação e drenagem, atuando principalmente em: sistemas de irrigação, estresse hídrico, manejo da irrigação e agrometeorologia.

13. Pedro Abel Vieira Júnior. Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) desde 1989 com experiência na área de agronomia (sementes e mudas, modelagem agrícola com ênfase na previsão do clima e negócios tecnológicos). Após 2002, ainda na Embrapa, desenvolve trabalhos na área socioeconômica com ênfase em gestão integrada do risco agrícola, bioenergia, desenvolvimento regional, comércio agrícola internacional e cenário para agricultura.

14. Ricardo Gava. Engenheiro Agrícola (2008) e Mestre em Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá – UEM (2010) com desenvolvimento de pesquisa de sua Dissertação no Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), e Doutor em Irrigação e Drenagem pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Esalq/USP (2014). Realizou Doutorado Sanduíche na University of California/Davis, pelo período de um ano (2013), com Bolsa pelo CNPq/CsF. Desde 2014 é Professor Adjunto da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS/CPCS.

15. Roberta Dalla Porta Gründling. Graduada em Ciências Econômicas pela UFSM. Mestre e Doutora em Agronegócios pela UFRGS. Economista da Embrapa Sede (Analista) desde 2010, tendo atuado na Secretaria de Negócios e no Centro de Estudos e Capacitação. Atualmente é analista na área de Estudos Estratégicos na Secretaria de Inovação e Relações Estratégias na Embrapa Sede.

ORGANIZAÇÃO

Apoio

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES

MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO
REGIONAL

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

PREFÁCIO

Sinto-me honrado por prefaciar este livro "Agricultura irrigada no Brasil: História e Economia", iniciativa vinculada à Cátedra Luiz de Queiroz/Esalq sob a coordenação de seu atual titular, ex-Ministro da Agricultura Alysson Paolinelli, com quem compartilho minha vida profissional e funcional, fraternamente. Um aprendizado sobre valores nobres e dedicação à Pátria.

Mais que tudo o livro enriquece o conhecimento sobre o tema, instigando o debate e sugerindo agendas objetivas e necessárias. Por seus registros históricos ou analíticos os autores, competentes e argutos, orientam e suscitam posicionamentos estratégicos e táticos, no contexto de Estado, de Governos ou privado. Além do conteúdo, sobressai a oportunidade do lançamento.

Certamente nunca, em toda a história da humanidade, tantas pautas foram globais e simultâneas como segurança alimentar, paz, sustentabilidade e mudanças climáticas. E de maneira direta a Agricultura Irrigada no Brasil pode contribuir positivamente para as soluções requeridas.

Comparando com a agricultura de sequeiro, o Brasil é retardatário na utilização de seu amplo potencial para irrigação de modo sustentável. Demonstram os autores que o país pode decuplicar sua área irrigada.

De fato, para transitar de país importador de alimentos até a década de 1970, para expoente na exportação pouco se dependeu da produção irrigada. Evidencia-se que a histórica ausência de uma "cultura de agricultura irrigada" no Brasil favoreceu condições para existência de olhares vesgos quanto ao uso da água para a irrigação. Por exemplo: consumo de água, e não, tráfego da água na planta ou aproveitamento de água excedente das chuvas (barramentos) são tratados como problema ambiental. Tudo isso dificulta o acesso/outorga de água para irrigação, mesmo que sempre considerados os usos múltiplos. Esse predominante e arraigado comportamento de comando e controle em nossa praxe de gestão ambiental obstrui diferentes visões no mesmo plano ambiental. Concretamente a expansão da Agricultura Irrigada é poderoso antídoto para o desmatamento.

A questão do uso da água para a Agricultura Irrigada é tratada mais pelo viés ambiental do que o socioeconômico e estratégico.

No contexto institucional, a Agricultura Irrigada tem seguido um caminho tortuoso, quase errático, dificultando a solidificação de sistema de governança que resista às instabilidades das gestões governamentais. Apesar disso e das energias perdidas em décadas, houve evolução.

Evidencia-se a falta de protagonismo, estratégia e arrojo num contexto de política Estado, diferente do que ocorre no momento com o lançamento do PNF – Plano Nacional de Fertilizantes, tema também crítico.

Conectando-se com a Agricultura Irrigada pela manutenção da umidade do solo, o PNF estabeleceu prioridade para as Cadeias Emergentes dos Remineralizadores do Solo e Fertilizantes Naturais e a dos Bioinsumos, valorizando a conexão natural entre os agrominerais e a biota do solo. Em outras palavras, serão realçados os processos de biomineralização / biodissolução em "microbiofábricas" naturais para liberação de nutrientes para bactérias e fungos e, em desdobramento, nutrientes das plantas. Um exemplo típico da bioconomia como um novo paradigma.

Neste complexo transformador há o destaque para o enorme potencial de fixação de carbono no solo pelo uso dos remineralizadores.

Isso nos leva ao chamamento dos autores para investimento em P, D e I. Por oportuno registra-se que a Esalq/USP e o SGB – Serviço Geológico do Brasil anunciam Acordo de Cooperação Técnico Científico. Em rede - do produtor à academia – devem ser complementados, desvendados e aferidos processos e resultados que possam gerar e validar tecnologias capazes de alavancar nossa Agricultura Tropical Sustentável ainda não conhecida ou não entendida no mundo nem mesmo pela sociedade brasileira. Temos um passivo de imagem a ser mitigado. A alta conectividade e celeridade dos processos deve ser considerada para intensificação tecnológica da Agricultura Irrigada.

Finalmente, há que considerar a disparidade de renda e resgatar, até por razões éticas e morais, os milhões de pequenos produtores excluídos do acesso à tecnologia e ao mercado. Parte da solução seria organização para assistência técnica e acesso ao mercado, pois a Agricultura Irrigada deve ser considerada um eficiente instrumento de promoção socioeconômica.

PAULO AFONSO ROMANO
Diretor de Infraestrutura Geocientífica do Serviço Geológico do Brasil
Ex-Secretário Executivo do MAPA e Secretário Nacional de Recursos Hídricos

AGRICULTURA IRRIGADA NO BRASIL

História e Economia

SUMÁRIO

Parte I - HISTÓRIA

CAPÍTULO 3

CAPÍTULO 4

CAPÍTULO 5

Parte II - ECONOMIA

CAPÍTULO 6

CAPÍTULO 7

CAPÍTULO 8

CAPÍTULO 9

Parte I
HISTÓRIA

Parte I - HISTÓRIA

CAPÍTULO 1

1 A IRRIGAÇÃO NO BRASIL: SUA IMPORTÂNCIA EM NORMAS, PRINCÍPIOS LEGAIS E BREVE RETROSPECTIVA HISTÓRICO-LEGISLATIVA

Durval Dourado Neto, Alysson Paolinelli e Everardo Chartuni Mantovani

Resumo

O presente artigo busca demonstrar a tradução legal dada à importância que a sociedade brasileira dispensa à irrigação na forma das normas gerais que a exprimem, mormente em sua dimensão socioeconômica, por meio de uma breve retrospectiva histórica sobre o tema.

1.1 Introdução

O mundo vive hoje, mais que nunca, o dilema sobre como produzir o suficiente para eliminar a fome no planeta; como, nesse âmbito, eliminar desigualdades sociais; mas, também, e ao mesmo tempo, sobre como preservar o meio ambiente para as gerações vindouras. Isso significa enfrentar o desafio de produzir mais alimentos, torná-los mais acessíveis a todos os brasileiros mantendo o controle da atividade produtiva de modo que ela afete o menos possível o meio ambiente. A irrigação, nesse contexto, surge como atividade da maior relevância.

Os critérios para melhor definição, adequação e uso dos métodos e equipamentos de irrigação devem ser aprimorados para minimizar as perdas e otimizar o manejo da água considerando o ambiente de produção, como o solo, a cultura e clima, com o intuito de maximizar a eficiência do uso de água e, por conseguinte, o meio ambiente como um todo. A otimização do uso de água, para um controle eficiente da irrigação propriamente dita, de seu lado, tendo em vista a produção e a produtividade, requer instrumentos de qualidade, análises laboratoriais precisas e conhecimento técnico, visando reduzir custos e maximizar produtividade, com maior sustentabilidade, portanto, sob o ponto de vista socioeconômico e ambiental.

A irrigação é a tecnologia que permite implantar a agricultura irrigada, ou seja, plantios contínuos em uma mesma área independe da distribuição das chuvas, sendo neste sentido, única na capacidade de gerar, de forma integral, ganhos expressivos na produção, na produtividade, na geração de empregos, na geração de renda e, de forma geral no desenvolvimento socioeconômico de uma região. Desta forma, a agricultura irrigada intensifica a produção, otimizando o uso da terra e dos ativos (máquinas, sistema de beneficiamento, infraestrutura em geral etc.), gerando benefícios que explicam a forte demanda por seu crescimento e desenvolvimento.

Também é importante considerar a nova agricultura irrigada, conectada com a sustentabilidade e, por apresentar grande capacidade de intensificação da produção de alimentos, fibras e agroenergia sem ampliação da área de produção, tem forte conotação estratégica de desenvolvimento. Este entendimento é fundamental no debate sobre a disponibilidade e uso dos recursos hídricos.

Sob o ponto de vista ambiental, para a verificação da sustentabilidade do sistema de produção, é necessário realizar o balanço de carbono. Os resultados referentes ao balanço de carbono em diferentes sistemas de produção devem considerar a metodologia de cálculo e abrangência dos processos considerados correspondentes às emissões e às remoções de carbono provocadas pelo Homem.

De maneira geral, pastagens degradadas não são eficientes na mitigação da emissão de gases de efeito estufa, considerando o sequestro de carbono no solo. Por outro lado, sistemas intensivos, sejam eles integrados ou não, apresentam elevado potencial de redução da emissão de gases de efeito estufa e possibilita otimizar o balanço de carbono da atividade podendo até gerar créditos de carbono.

No Brasil, os sistemas de produção integrando a agricultura e a pecuária, podem apresentar benefícios ao ambiente, na medida em que podem funcionar como agente mitigador das emissões dos gases de efeito estufa (GEE). A saída está, portanto, no controle do ambiente produtivo, e, para esse desiderato, a irrigação é fundamental. Daí a necessidade de uma política governamental concertada entre, em especial, os poderes executivo e legislativo, para o alcance deste objetivo.

Para verificar a sustentabilidade do sistema de produção que integra Lavoura, Pecuária e Floresta, torna-se necessário realizar o balanço de carbono. Também é importante esta avaliação para a agricultura irrigada.

A agricultura irrigada pode agir de forma direta e indireta em prol da ABC. Indiretamente atua na potencialização dos demais sistemas que fazem parte do programa como: Recuperação de áreas pastagem degradas (Programa 1), ILPF (Programa 2), Sistema de Plantio Direto (Programa 3) entre outros. Diretamente intensifica a produção por unidade de área (kg/ha/ano, kg/mm e kg/R$), possibilita o acúmulo de carbono no solo em níveis da vegetação nativa ou superior com o passar dos anos (CAMPOS *et al.*, 2020) e substituição de áreas degradadas e com perdas históricas de carbono do solo para um sistema de produção efetivo em produção, produtividade e carbono no solo.

Considerando o citado anteriormente um pleito importante para o setor de agricultura irrigada é que ela seja incluída com um programa da ABC.

É notável, nesse sentido, a importância dada à irrigação por diversos governos das mais diversas matizes políticas, o que coloca esta atividade a salvo de políticas de oportunidade. A irrigação foi competência do Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, no Governo Collor de Melo (alínea "l" do inciso VI do art. 19, Lei 8.028, de 12 de abril de 1990), Ministério no qual funcionava a Secretaria Nacional da Irrigação (alínea "e" do inciso V do art. 23, do mesmo diploma legal).

Passou a ser, em seguida, de competência do Ministério da Integração Nacional no Governo Itamar Franco (alínea "d" do inciso XIII da Lei 8.490, de 19 de novembro de 1992), no qual funcionava a Secretaria de Irrigação (alínea "f" do inciso XII da mesma Lei).

No Governo Fernando Henrique Cardoso a competência da Secretaria de Irrigação, do Ministério da Integração Regional, foi transferida para a Secretaria de Recursos Hídricos, do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal (inciso IV do art. 18 da Medida Provisória 813, de 1 de janeiro de 1995), mas devolveu essa competência para o Ministério de Integração Nacional para que ela formulasse e conduzisse a política nacional de irrigação (alínea "j" do inciso X da Lei 9.649 de 27 de maio de 1998).

No Governo Lula, a distribuição da competência para tratar da irrigação foi mantida no Ministério de Integração Nacional, tal qual era no período anterior (alínea "j" do inciso VII do art. 27 da Lei 10.683 de 28 de maio de 2003), assim como no Governo Dilma Rousseff (alínea "j" do inciso VII do art. 27 da Lei 13.341, de 29 de setembro de 2016).

No Governo Michel Temer, também constituía área de competência do Ministério da Integração Nacional, a formulação e condução da política nacional de irrigação, por força do inciso X do art. 45 da Lei 13.502, de 1º de novembro de 2017.

Atualmente a Lei 13.844, de 18 de junho de 2019, que "Estabelece a organização básica dos órgãos da Presidência da República e dos Ministérios", por conversão da Medida Provisória 870, editada no primeiro dia do atual Governo, no inciso X de seu art. 21, fixa como área de competência do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, além de tantas outras, a irrigação e a infraestrutura hídrica para produção agropecuária observadas as competências do Ministério do Desenvolvimento Regional, que, de sua vez, obteve, pelo mesmo diploma legal, a fixação de sua competência para realizar a Política Nacional de Irrigação, Pasta que tem, também, por força da alínea "c" do inciso XIX do art. 29 do mesmo diploma legal, a competência para realizar planos, programas, projetos e ações de irrigação.

1.2 Breve retrospectiva histórico-legislativa sobre o tema

Bem antes da promulgação de nossa Carta Política de 1988, Plínio Lemos, Constituinte de 1946, em discurso sobre o tema, no âmbito daquela ANC, já fazia registro de que

> a Inspetoria de Obras Contra Secas, criada pelo Decreto 7.619, de 21 de outubro de 1909, teve como objetivo primordial, no Nordeste brasileiro, a realização de estudos e serviços de estrada de ferro de penetração; estradas de ferro afluentes das principais; estradas de rodagem e outras vias de comunicações entre os pontos flagelados, os centros produtores e os melhores mercados; açudes e poços tubulares com canais de irrigação (LEMOS, 1946, p.168).

prospectando a necessidade de empenho governamental de acautelar o futuro de uma produção agrícola nacional próspera com a irrigação.

Isso, vale dizer, além de

> barragens transversais submersas e outras obras destinadas a modificar o regime torrencial dos cursos d'água; drenagem dos vales desaproveitáveis do litoral e melhoramento das terras cultiváveis do interior; estudos sistematizados das condições meteorológicas, geológicas e topográficas das zonas assoladas; instalações de observatórios meteorológicos e estações pluviométricas; conservação e reconstituição das florestas e, finalmente, outros trabalhos cuja utilidade contra os efeitos das secas a experiência fosse demonstrando (LEMOS, 1946, p.168).

Noticiava, Plinio Lemos, que, àquele tempo, áreas esquecidas do País teriam sofrido sensível desenvolvimento "com a construção de 90 km de canais de drenagem e 313 de irrigação, dominando uma área superior a 10.000 hectares, dos quais 5.000 em pleno aproveitamento: 2.000 da bacia de irrigação e 3.000 da bacia hidráulica, a cargo do serviço agroindustrial do Departamento" (LEMOS, 1946, p.189).

Manoel Novaes também insistia que,

> Se empreendemos através da Inspetoria de Obras Contra as Secas, a construção de açudes, como meio de fornecer água às populações e usar essa água para irrigação dos terrenos marginais, visando a fixação do homem à terra, com muito mais razão deveríamos, dentro do programa de combate à seca, aproveitar o São Francisco, o que não requereria maiores obras por parte do Governo Federal (LEMOS, 1946, p.310).

O São Francisco resolveria, dizia ele, pelo menos, o problema das secas, no sertão de Alagoas, Pernambuco, Bahia e Sergipe. "Foi a irrigação que enriqueceu os Estados-Unidos. Foi

com a irrigação que o Peru passou, inopinadamente, da fase decadente da mineração para a formação de grandes riquezas agrícolas, inclusive a produção do melhor tipo de algodão obtido com o degelo dos Andes", argumentava outro Constituinte daquela época, Freitas Cavalcanti.

Foram esforços parlamentares no sentido da importância da irrigação que fizeram com que o tema chegasse a constar do texto do §18 do art. 164 do projeto da Carta de 1946, no Capítulo III - Dos Direitos Sociais - do Título V - Dos Direitos Fundamentais (LEMOS, 1946). Não chegamos a tanto, nem naquela e nem na Carta de 1988, mas, nesta, a irrigação ganhou evidência ao ascender a tema com envergadura constitucional.

Cito, como demonstração disso, primeiro, o §3º do art. 43 de nossa Lei Fundamental. Neste dispositivo, fica registrado, de modo expresso, que, para efeitos administrativos, a União deve articular sua ação em um mesmo complexo geoeconômico e social, visando a seu desenvolvimento e à redução das desigualdades regionais e, que, quanto a incentivos regionais, serão compreendidos, entre outros, prioridade para o aproveitamento econômico e social dos rios e das massas de água represadas ou represáveis nas regiões de baixa renda, sujeitas a secas periódicas. Nessas áreas, deve a União incentivar a recuperação de terras áridas cooperando com os pequenos e médios proprietários rurais para o estabelecimento, em suas glebas, de fontes de água e de pequena irrigação.

Esse espírito se espraiou por toda a Carta Maior de modo convergente com outros dispositivos constitucionais, como se vê da redação do art. 187, quando a Constituição fixa critérios para o planejamento da política agrícola no Brasil. Neste passo, fica estabelecido que a política agrícola será planejada e executada na forma da lei, com a participação efetiva do setor de produção, envolvendo produtores e trabalhadores rurais, bem como dos setores de comercialização, de armazenamento e de transportes, levando em conta, especialmente, dentre outros aspectos que enuncia, a eletrificação rural e a irrigação (art. 187, VII, CF). Também da leitura do art. 42, com redação dada pela Emenda Constitucional 89, de 2015, que estabelece deva a União aplicar, dos recursos destinados à irrigação, 20% para a Região Centro-Oeste, e 50% na Região Nordeste, preferencialmente no Semiárido (art. 42, I e II, CF).

Tudo, vale dizer, em harmonia com os fundamentos de nossa Federação, em especial os da cidadania, da dignidade humana e dos valores sociais do trabalho e da livre iniciativa (art.1º, II, III e IV, CF) para o alcance de seus objetivos expressos de construir uma sociedade livre, justa e solidária, com desenvolvimento nacional que seja capaz de erradicar a pobreza e a marginalização e reduzir as desigualdades sociais e regionais, sem descurarmos da promoção do bem de todos, sem preconceitos ou discriminações de qualquer natureza (art. 3º, I a IV, CF).

Foi com essa orientação constitucional, portanto, que a regulamentação infraconstitucional do tema foi articulada no Brasil. Aparentemente o legislador brasileiro conseguiu instrumentalizar uma Política Nacional de Irrigação como queria os Constituintes de 1946 e de 1988, ainda que no mundo real ainda tenhamos de contornar diversas dificuldades práticas e políticas. Avançamos, não tanto quanto gostaríamos e poderíamos, mas certamente de modo a atender, quantitativa e qualitativamente, aos propósitos idealizados na Carta Política de 1988: produção suficiente, eliminação de desigualdades sociais ainda por se intensificar e preservação do meio ambiente para as gerações vindouras.
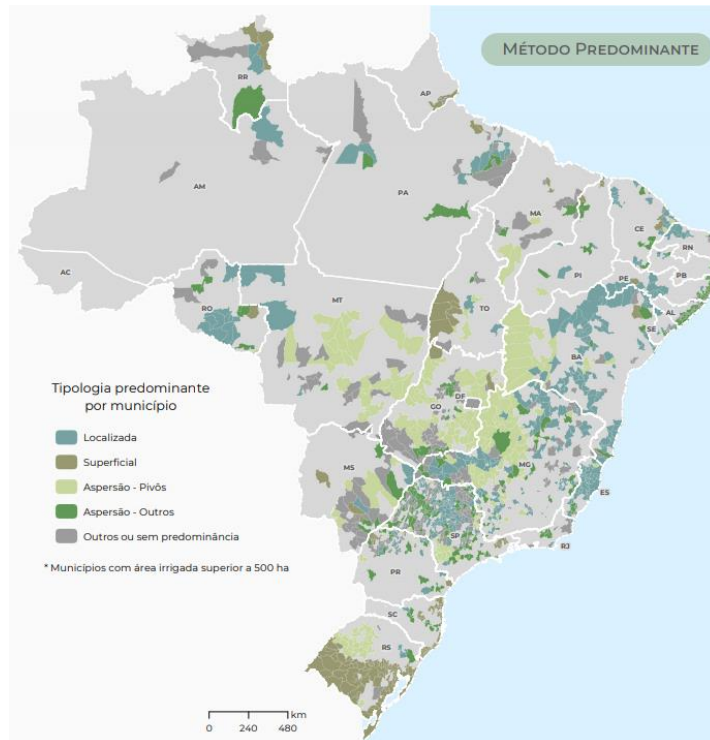
Figura 1. Métodos de irrigação predominantes no Brasil (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA E SANEAMENTO BÁSICO, 2021).
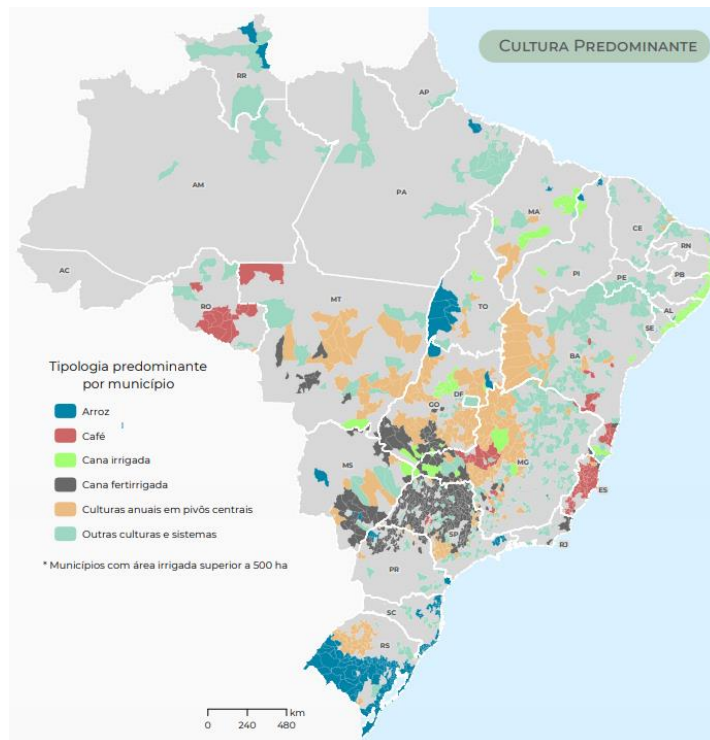
Figura 2. Culturas irrigadas predominantes no Brasil (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA E SANEAMENTO BÁSICO, 2021).

Tabela 1. Culturas irrigadas predominantes no Brasil (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA E SANEAMENTO BÁSICO, 2021).

Cultura	Área (ha)	%
Cana irrigada	747.290	9,12%
Arroz	1.304.007	15,91%
Café	449.283	5,48%
Demais culturas em pivôs centrais	1.445.111	17,63%
Demais culturas e sistemas	1.345.784	16,42%
SUBTOTAL	5.291.475	64,57%
Outras áreas irrigadas	5.291.475	64,57%
Cana fertirrigada	2.903.915	35,43%
TOTAL	8.195.390	100,00%

1.3 Política nacional de irrigação

A digressão realizada sobre a Política Nacional de Irrigação (Lei 12.787, de 11 de janeiro de 2013) no país confirma já existir, no passado, a grande importância política dada à irrigação tal qual é dada no presente pela legislação atual que foi editada, no entanto, com uma conformação jurídica mais atenta à eficácia esperada na dimensão social de sua prática. Nesse contexto, a constatação a que se chega, a partir do que exprime a legislação, como visto, é o fato de a irrigação constituir-se uma necessidade material do desenvolvimento socioeconômico do país que se coloca, como tal, acima de ideologias de governo e ou discursos de oportunidade.

No período anterior à edição da Lei 12.787, de 11 de janeiro de 2013, o Brasil tinha por Política Nacional de Irrigação aquela que foi instituída pela Lei 6.662, de 25 de junho de 1979, editada no Governo João Figueiredo, o que, ligada às menções feitas às pretensões legislativas citadas no âmbito da ANC de 1946 (na qual, como visto, já se debatia a constitucionalização dos objetivos buscados pela Inspetoria de Obras Contra Secas, criada pelo Decreto 7.619, de 21 de outubro de 1909), demonstra não só a continuidade do debate acerca de irrigação no Brasil, mas, também, o sentimento nacional acerca de sua importância.

Segundo o texto revogado da Lei 6.662, de 25 de junho de 1979, a Política Nacional de Irrigação já tinha como objetivo o aproveitamento racional de recurso de água e solos para a implantação e desenvolvimento da agricultura irrigada, atendidos os postulados básicos do estímulo e maior segurança às atividades agropecuárias, prioritariamente nas regiões sujeitas a condições climáticas adversas; da promoção de condições que possam elevar a produção e a produtividade agrícolas; da atuação principal ou supletiva do Poder Público na elaboração, financiamento, execução, operação, fiscalização e acompanhamento de projetos de irrigação, mas, também, o da preeminência da função social e utilidade pública do uso da água e solos irrigáveis (inciso I, art. 1º).

Já estabelecia, mencionado diploma legal, que o aproveitamento de águas e solos, para fins de irrigação, deveria reger-se pelas disposições da Política Nacional de Irrigação de então, mas, também, no que coubesse, pela legislação sobre águas, sendo que o regime de uso de águas e solos para fins de irrigação deviam obedecer aos princípios da utilização racional das águas e solos irrigáveis, atribuindo-se prioridade à utilização que assegurasse maior benefício socioeconômico; e o da definição dos deveres dos concessionários e usuários de água, objetivando a utilização racional dos sistemas de irrigação, segundo o interesse público e social

(incisos I e IV do art. 2º). Programa de Irrigação, for fim, era o conjunto de ações que tinha por finalidade o desenvolvimento socioeconômico de determinada área do meio rural, através da implantação da agricultura irrigada (art. 6º).

E, se olharmos para o Parlamento para perscrutar qual sua tendência sobre o tema, veremos que essa será a visão que teremos da irrigação também no futuro. A pesquisa de iniciativas parlamentares sobre irrigação na Câmara dos Deputados aponta a existência de 2.277 proposições atinentes a irrigação, das quais 827 estão tramitando. São proposições de parlamentares de todos os partidos políticos com representação na Câmara dos Deputados cujos autores contemplam a representação de todos os 27 Entes da Federação. Das propostas em tramitação, 765 foram apresentadas após a edição da Lei 12.787, de 2013, sendo que 36 delas são de 2020, o que demonstra tratar-se de tema que não saiu da pauta política do Parlamento brasileiro.

A atual Política Nacional de Irrigação, de sua vez, foi introduzida sob nova formulação com a transformação na Lei 12.787 de 2013 de projeto (PL 229/1995) que, em 2005, transformou-se no Projeto de Lei do Senado (PLS/6381), assinado pelo então presidente do Senado, Renan Calheiros. O projeto tinha sido aprovado na Câmara dos Deputados, na forma do substitutivo formulado pelo deputado Afonso Hamm (PP-RS), relator do PL na Comissão de Agricultura. No Senado, o projeto foi aprovado com incentivos fiscais para projetos de irrigação, exigida a observância de critérios de sustentabilidade, com uso da água dependente da outorga concedida por órgão federal ou estadual e a criação do Sistema Nacional de Informações sobre Irrigação. O que se apresentava como desafio àquela altura era o controle e a democratização do uso da água em projetos de irrigação e o estímulo para efetiva ampliação da irrigação no País frente à queda que se verificava ocorrente no crescimento anual da área irrigada.

Esta Lei, que revoga a legislação anterior sobre a matéria, dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação, na qual fica estabelecido, em seis capítulos, diversos conceitos, princípios, objetivos, instrumentos, e regras para a implantação de projetos de irrigação no País, no âmbito do que configura nossa Política Nacional de Irrigação. Nela, ficam definidos, para efeito de sua disciplina, o que sejam agricultor irrigante, agricultor irrigante familiar, agricultura irrigada, projeto de irrigação, infraestrutura de apoio à produção, infraestrutura das unidades parcelares, infraestrutura social, unidade parcelar, serviços de irrigação, módulo produtivo operacional e gestor do Projeto Público de Irrigação (art. 2º, I a XVII). Esses elementos constitutivos da prática da irrigação no Brasil, atentos aos ditames constitucionais citados, devem obediência a diversos princípios. São eles os arrolados nos incisos I a V do art. 3º da Lei 12.787, de 11 de janeiro de 2013 já citada:

> Art. 3º A Política Nacional de Irrigação rege-se pelos seguintes princípios: I - uso e manejo sustentável dos solos e dos recursos hídricos destinados à irrigação; II - integração com as políticas setoriais de recursos hídricos, de meio ambiente, de energia, de saneamento ambiental, de crédito e seguro rural e seus respectivos planos, com prioridade para projetos cujas obras possibilitem o uso múltiplo dos recursos hídricos; III - articulação entre as ações em irrigação das diferentes instâncias e esferas de governo e entre estas e as ações do setor privado; IV - gestão democrática e participativa dos Projetos Públicos de Irrigação com infraestrutura de irrigação de uso comum, por meio de mecanismos a serem definidos em regulamento; V - prevenção de endemias rurais de veiculação hídrica.

com os objetivos fixados no seu art. 4º:

> Art. 4º A Política Nacional de Irrigação tem por objetivos: I - incentivar a ampliação da área irrigada e o aumento da produtividade em bases ambientalmente sustentáveis; II - reduzir os riscos climáticos inerentes à

> atividade agropecuária, principalmente nas regiões sujeitas a baixa ou irregular distribuição de chuvas; III - promover o desenvolvimento local e regional, com prioridade para as regiões com baixos indicadores sociais e econômicos; IV - concorrer para o aumento da competitividade do agronegócio brasileiro e para a geração de emprego e renda; V - contribuir para o abastecimento do mercado interno de alimentos, de fibras e de energia renovável, bem como para a geração de excedentes agrícolas para exportação; VI - capacitar recursos humanos e fomentar a geração e transferência de tecnologias relacionadas a irrigação; VII - incentivar projetos privados de irrigação, conforme definição em regulamento.

contando com os instrumentos previstos no seu art. 5º:

> Art. 5º São instrumentos da Política Nacional de Irrigação: I - os Planos e Projetos de Irrigação; II - o Sistema Nacional de Informações sobre Irrigação; III - os incentivos fiscais, o crédito e o seguro rural; IV - a formação de recursos humanos; V - a pesquisa científica e tecnológica; VI - a assistência técnica e a extensão rural; VII - as tarifas especiais de energia elétrica para irrigação; VIII - a certificação dos projetos de irrigação; IX - o Fundo de Investimento em Participações em Infraestrutura (FIP-IE); X - o Conselho Nacional de Irrigação.

Com isso, os Planos de Irrigação devem orientar o planejamento e a implementação da Política Nacional de Irrigação, em consonância com os Planos de Recursos Hídricos, com diagnóstico das áreas com aptidão para agricultura irrigada, em especial quanto à capacidade de uso dos solos e à disponibilidade de recursos hídricos; hierarquização de regiões ou bacias hidrográficas prioritárias para a implantação de projetos públicos de agricultura irrigada, com base no potencial produtivo, em indicadores socioeconômicos e no risco climático para a agricultura; levantamento da infraestrutura de suporte à agricultura irrigada, em especial quanto à disponibilidade de energia elétrica, sistema de escoamento e transportes; e indicação das culturas e dos sistemas de produção, dos métodos de irrigação e drenagem a serem empregados e dos arranjos produtivos recomendados para cada região ou bacia hidrográfica (art. 6º, I a IV).

Essa Política Nacional de Irrigação conta com o Sistema Nacional de Informações sobre Irrigação, destinado a coleta, processamento, armazenamento e recuperação de informações referentes à agricultura irrigada (caput do art. 8º) que deve manter um cadastro nacional único dos agricultores irrigantes (§ 2º, art. 8º) que opera obedecendo a princípios de cooperação institucional para obtenção e produção de dados e informações; coordenação unificada e acesso da sociedade aos dados e às informações (art. 9º). Tudo com o objetivo de fornecer subsídios para a elaboração de planos de irrigação pela União, Estados e Distrito Federal; permitir a avaliação e a classificação dos Projetos Públicos de Irrigação segundo seus resultados sociais e econômicos para facilitar a disseminação de práticas que levem ao êxito dos projetos; e também para subsidiar o planejamento da expansão da agricultura irrigada (art. 10).

Para tanto a Política Nacional de Irrigação conta com incentivos fiscais, crédito e seguro rural (artigos 11, 12, 13 e 14), incentivo à formação de recursos humanos, pesquisa científica e tecnológica, assistência técnica e treinamento (artigos 15, 16 e 17), certificação própria e específica (art. 19) e financiamento (art. 20), segundo regras de implantação de projetos em atendimento a regras de licenciamento ambiental (art. 22) e prévia outorga do direito de uso de recursos hídricos (art. 23). Os Projetos Públicos de Irrigação, de seu lado, poderão ser custeados pela União, Estados, Distrito Federal ou Municípios, isolada ou solidariamente, sendo, neste caso, a fração ideal de propriedade das infraestruturas proporcional ao capital investido (art. 24) podendo ser implantados diretamente pelo poder público mediante concessão de serviço público, precedida ou não de execução de obra pública, inclusive na

forma de parceria público-privada; e ou mediante permissão de serviço público (art. 25), obedecidas regras legais específicas (artigos 26 a 40).

1.4 O que esperar da política nacional de irrigação

Não podemos, ainda, afirmar exitoso o fomento articulado entre administração e legiferação sob o ponto de vista social porque o Brasil é, inegavelmente, um País desigual; nem tampouco quanto à expansão possível da irrigação no território nacional, porque certamente poderíamos ter ido para muito além do que fomos. Mas, de certo modo, podemos comemorar essa perenidade da preocupação que se tem tido com a atividade, sob o ponto de vista institucional, e que redundou em certo avanço da área irrigada no Brasil.

1.5 Considerações finais

No momento em que a FAO foi criada, em 1946, o mundo acreditava que "paz" e "alimentos em abundância" concatenados seriam capazes de garantir segurança alimentar a todos os habitantes do planeta. Ao final da Segunda Guerra Mundial, a organização nascia, então, com essa orientação. Foi por essa razão que o primeiro diretor-geral da FAO, John Boyd Orr, recebeu o Prêmio Nobel da Paz, em 1949. O reconhecimento da relação entre paz e disponibilidade de alimentos foi reforçado em 1970, quando o agrônomo Norman Borlaug, propulsor da Revolução Verde, também foi agraciado com o Nobel da Paz (SILVA, 2009).

Assim é que, neste âmbito, ao lado do desenvolvimento de técnicas capazes de possibilitar duas safras ou mais ao ano, a transformação das terras improdutivas do cerrado brasileiro em um dos maiores celeiros agrícolas mundiais, reconhecida internacionalmente como uma das maiores contribuições das ciências agrícolas no Século XX, colocou o Brasil em uma situação de destaque no que diz respeito à busca da segurança alimentar em nível global.

Dois brasileiros, Alysson Paolinelli, ex-ministro da Agricultura, e Edson Lobato, pesquisador da Embrapa, e o americano Colin McClung, que contribuíram decisivamente para essa transformação, foram agraciados com o *World Food Prize*, o "Nobel da Alimentação, em cerimônia realizada em outubro de 2006, em Des Moines, capital de Iowa, nos EUA. O prêmio é concedido anualmente, desde 1987, pela *The World Food Prize Foundation*, uma das mais renomadas instituições americanas ligadas a produção de alimentos e ao combate à fome, a personalidades que se destacam no campo da produção de alimentos (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2006).

Com as possibilidades da agricultura tropical o Brasil alcançou forte condição concorrencial em face das demais nações exportadoras de alimentos, ao mesmo tempo em que, com suas inovações tecnológicas, ganhos expressivos foram proporcionados ao meio ambiente, na medida em que o aumento da produtividade e da produção alcançados reduziram a demanda por novas áreas reservadas à produção. Mas não só por isso. Com inovações tecnológicas, como o sistema de manejo integrado ILPF (lavoura, pecuária e floresta) desenvolvido por instituições brasileiras de pesquisa, uma nova realidade no campo brasileiro pode ser vislumbrada, de uma agropecuária cada vez mais eficiente e sustentável. Com ele, o Brasil já consegue recuperar solos para a agricultura e para a pecuária, tornando essas atividades mais rentáveis e mais equilibradas sob o ponto de vista ambiental, na medida em que possibilita maior produção de biomassa na forma de pastagens, silagens, grãos e árvores, com maior sequestro de carbono e maior devolução de oxigênio à atmosfera.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Atlas irrigação:** uso da água na agricultura irrigada. 2. Ed. Brasília, 130p., 2021.

BRASIL. Decreto 7.619, de 21 de Outubro de 1909. Approva o regulamento para organização dos serviços contra os effeitos das seccas. Diário Official, p.7702, 26 out. 1909. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, seção 1, p.7905, 31 out. 1909.

BRASIL. Lei 6.662 de 25 de Junho de 1979. Dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação, e dá outras providências. **DOFC**, 26 jun. 1979.

BRASIL. Lei 8.028 de 12 de Abril de 1990. Dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, p.7096, 13 abr. 1990.

BRASIL. Lei 8.490 de 19 de Novembro de 1992. Dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, p.16061, 19 nov. 1992.

BRASIL. Lei 9.649 de 27 de Maio de 1998. Dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, p.5, 28 mai. 1998.

BRASIL. Lei 10.683 de 28 de Maio de 2003. Dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, p.2, 29 mai. 2003.

BRASIL. Lei 12.787 de 11 de Janeiro de 2013. Dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação; altera o art. 25 da Lei 10.438, de 26 de abril de 2002; revoga as Leis 6.662, de 25 de junho de 1979, 8.657, de 21 de maio de 1993, e os Decretos-Lei 2.032, de 9 de junho de 1983, e 2.369, de 11 de novembro de 1987; e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, p.4, 14 jan. 2013.

BRASIL. Lei 13.341 de 29 de Setembro de 2016. Altera as Leis 10.683, de 28 de maio de 2003, que dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios, e 11.890, de 24 de dezembro de 2008, e revoga a Medida Provisória 717, de 16 de março de 2016. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, p.2, 30 set. 2016.

BRASIL. Lei 13.502 de 1º de Novembro de 2017. Estabelece a organização básica dos órgãos da Presidência da República e dos Ministérios; altera a Lei 13.334, de 13 de setembro de 2016; e revoga a Lei 10.683, de 28 de maio de 2003, e a Medida Provisória 768, de 2 de fevereiro de 2017. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, p.1, 3 nov. 2017.

BRASIL. Lei 13.844 de 18 de Junho de 2019. Estabelece a organização básica dos órgãos da Presidência da República e dos Ministérios; altera as Leis 13.334, de 13 de setembro de 2016, 9.069, de 29 de junho de 1995, 11.457, de 16 de março de 2007, 9.984, de 17 de julho de 2000, 9.433, de 8 de janeiro de 1997, 8.001, de 13 de março de 1990, 11.952, de 25 de junho de 2009, 10.559, de 13 de novembro de 2002, 11.440, de 29 de dezembro de 2006, 9.613, de 3 de março de 1998, 11.473, de 10 de maio de 2007, e 13.346, de 10 de outubro de 2016; e revoga dispositivos das Leis nos 10.233, de 5 de junho de 2001, e 11.284, de 2 de março de 2006, e a Lei 13.502, de 1º de novembro de 2017. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, p.4, 18 jun. 2019.

BRASIL. Medida Provisória 813 de 1º de Janeiro de 1995. Dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, p.1, 1º jan. 1995.

CAMPOS, R.; PIRES, G.F.; COSTA, M.H. Soil carbon sequestration in rainfed and irrigated production systems in a new Brazilian agricultural frontier. **Agriculture**, v.10, n.5, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.3390/agriculture10050156. Acesso em: 14 mar. 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Agricultura Tropical**: O Brasil produzindo o futuro, 18p., EMBRAPA, 2006. Disponível em:

https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/120039/1/Agriculturatropical.pdf. Acesso em: 23 mar. 2021.

LEMOS, P. **Anais da Assembleia Nacional Constituinte**, v.10, p.168, 189, 310, 1946.

SILVA, J. G. Guerra e Fome. Disponível em: https://www.ecodebate.com.br/2009/01/22/guerra-e-fome-artigo-de-jose-graziano-da-silva/. Acesso em: 23 abr. 2021.

CAPÍTULO 2

2 A IMPLEMENTAÇÃO DA POLÍTICA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO NO BRASIL: HISTÓRIA, SITUAÇÃO E PERSPECTIVAS

Antônio Felipe Guimarães Leite e Frederico Cintra Belém

Resumo

O Brasil está no seleto grupo de países que poderão expandir a agricultura irrigada nos próximos anos. Atualmente, a área irrigada no Brasil é de cerca de 8 milhões de hectares, podendo alcançar 50 milhões de hectares, em bases ambientalmente sustentáveis. A Lei 12.787, de 11 de janeiro de 2013, que instituiu a Política Nacional de Irrigação (PNI), trouxe instrumentos importantes para a construção da PNI e o Ministério do Desenvolvimento Regional é o responsável pela implementação da referida Política, observadas as competências do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Em todo o mundo a agricultura irrigada esteve alinhada às questões do desenvolvimento regional, social e tecnológico, além da segurança alimentar. Considerando a importância estratégica da agricultura irrigada para as questões do desenvolvimento do país, o Brasil buscou, a partir da primeira metade do século XX, fomentar ações voltadas para a promoção da irrigação. De modo complementar, ao longo da história, a iniciativa privada também desempenhou papel de destaque na construção da agricultura irrigada brasileira. Os Polos de Agricultura Irrigada, iniciativa recente do MDR, reformulou o modo de implementar a PNI; evidenciando alguns gargalos de cunho nacional e que impedem o crescimento da irrigação no Brasil. Estes gargalos ou dificuldades enfrentadas pelo setor estão relacionados a energia elétrica, infraestrutura de transporte, outorga de uso dos recursos hídricos, barramentos para irrigação e licenciamento ambiental. A implementação da PNI, nos próximos anos, dependerá cada vez mais do diálogo do Governo com o setor privado. Dependerá, também, do fomento de iniciativas para a produção de energia elétrica fotovoltaicas; da melhoria de normas para barramentos e emissão de outorgas e de tecnologias de reuso da água para a irrigação no semiárido brasileiro. Para tanto, a revisão da Lei 12.787/2013 é algo que deve ser discutido no Congresso Nacional a partir da escuta dos anseios e dificuldades do setor.

2.1 Introdução

O presente capítulo tem por objetivo descrever, de forma sintetizada, a história das intervenções públicas para o fomento da irrigação no Brasil, que culminaram na estruturação de uma política pública setorial e específica. Objetiva também apresentar a situação da Política Nacional de Irrigação e as perspectivas para sua implementação.

Sendo assim, esses objetivos estão estruturados, neste capítulo, em duas partes, que se coadunam em um conjunto de esforços realizados pelo Estado brasileiro, em diferentes épocas, para apoiar e difundir a tecnologia da irrigação.

É importante destacar que as análises contidas nesta explanação partem da perspectiva de levantamentos de informações e de aprendizados adquiridos pela área técnica do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) que, ao longo desses anos acumulou as atribuições relativas à condução da Política Nacional de Irrigação, Lei 12.787, de 11 de janeiro de 2013. O MDR é o responsável pela condução da Política Nacional de Irrigação, conforme previsto na Lei 13.844, de 18 de junho de 2019, observadas as competências do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

2.2 O Estado e a irrigação no Brasil: esforço para a difusão da tecnologia com vistas ao desenvolvimento regional

O Estado brasileiro, por meio do Governo Federal, buscou, ao longo do tempo, desempenhar papel de destaque na difusão da irrigação no país, uma vez que o uso desta tecnologia demonstra possuir papel importante para desenvolvimento regional, a geração de riquezas e a segurança alimentar.

A percepção do Estado e de suas instituições, a respeito das vantagens da agricultura irrigada em solo brasileiro, seguiu um entendimento que se repete na história de vários países, ou seja, da necessidade de alinhar, por meio de políticas setoriais e de normas, os processos produtivos à disponibilidade de água, entendendo que a água é vetor de desenvolvimento e prosperidade para as populações.

Entretanto, esta "percepção" ocorreu de forma gradual, de modo que é possível afirmar que sua construção depreendeu de avanços de iniciativas particulares ou privadas que foram sendo constituídas no território e que impulsionaram o poder público, ao longo do tempo.

A bibliografia aponta que não há registro de que os povos indígenas empregavam a irrigação no país, uma vez que o uso desta técnica iniciou pós Descobrimento. Estima-se que o primeiro projeto implantado tenha sido na Fazenda Santa Cruz, no estado do Rio de Janeiro, pelos Padres Jesuítas, por volta de 1589 (BERNARDO *et al.*, 2019).

Com a entrada e a fixação de colonizadores na região central do Brasil, o emprego da construção de regos (irrigação por superfície) foi bastante utilizado nos estados de Minas Gerais, Goiás e Bahia, para irrigação de plantas frutíferas, em quintais, e de cana-de-açúcar, em fazendas.

No Vale do Rio Corrente, bacia do Rio São Francisco, especialmente, na região da Água Quente, do Brejo do Espírito Santo e da Fazenda São Lourenço, no município de Santa Maria da Vitória, o emprego de irrigação por regos e sulcos tiveram papel fundamental para a produção de rapadura e o crescimento do comércio no porto da cidade, já no final do século XIX.

Entretanto, foi no Rio Grande do Sul que a irrigação ganhou escala maior. É provável que nessa região, ela tenha iniciado em 1881, por iniciativa privada, com a construção do reservatório Cadro, para irrigar a cultura do arroz (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2008).

A partir do início do século XX, as ações públicas começaram a ganhar expressão em obras de infraestrutura hídrica, com o intuito de garantir o abastecimento de água para a população e que, mais tarde, possibilitaram a implantação dos primeiros projetos públicos de irrigação, na região nordeste.

Neste período, destacam-se duas ações importantes implementadas pelo Governo, quais sejam: (i) a criação, em 1909, da Inspetoria de Obras contra as Secas (IOCS), transformada, mais tarde, no Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), e (ii) a criação, em 1967, da Superintendência do Vale do São Francisco, mais tarde, transformada em Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf).

Tanto o DNOCS quanto a Codevasf foram responsáveis por uma mudança profunda no desenho econômico e social do nordeste brasileiro, utilizando, para isso, a atividade produtiva da agricultura irrigada. O complexo irrigado Petrolina (PE) e Juazeiro (Bahia) é um exemplo de como o desenvolvimento regional foi possibilitado a partir da irrigação e, também, evidencia o papel do Estado, por meio da Codevasf, no fomento ao desenvolvimento regional.

Nas décadas de 60 e de 70, duas ações subsidiaram, respectivamente, a maneira de planejar a condução das ações relativas à irrigação, sendo elas: (i) a criação do Grupo de Estudos Integrados de Irrigação e Desenvolvimento Agrícola (GEIDA); e (ii) a criação do Programa Plurianual de Irrigação (COELHO NETO, 2009).

O Programa Plurianual de Irrigação foi um marco, pois possibilitou orientação para o estado brasileiro em relação a condução da agricultura irrigada, apontando os seus benefícios, levantando informações e estabelecendo metas a serem alcançadas pelo estado. O Programa deu destaque a ações nas regiões nordeste, sudeste e sul.

Outro ponto a ser destacado no Programa foi a oportunidade dada a iniciativa privada para a participação da expansão da agricultura irrigada, por meio do Programa Nacional para o Aproveitamento Racional das Várzeas Irrigáveis (PROVÁRZEAS).

De modo paralelo, o debate para a construção de um marco legal sobre irrigação ganhava força, tendo sido iniciado em 1959, e culminado com a Lei 6.662, de 25 de junho de 1979.

A Lei da Irrigação ou da Política Nacional de Irrigação foi instituída com foco nos projetos públicos de irrigação, direcionando a condução da política para ações intervencionistas. A referida lei foi regulamentada pelo Decreto 89.496, de 29 de março de 1984.

De modo continuado, na década de 80, destacaram-se outros programas relevantes para a irrigação brasileira, a exemplo da instituição do Programa de Irrigação do Nordeste (PROINE) e do Programa Nacional de Irrigação (PRONI), ambos em 1986, que definiram atribuições e fixaram metas desafiadoras para ampliar as áreas irrigadas no Brasil (FEITOSA *et al.*,2014).

Nesta fase, o Governo Federal estabeleceu prioridades junto ao setor privado, para implementação de projeto subsetorial de irrigação com infraestrutura de apoio à iniciativa privada, definindo mais especificamente os papéis entre o setor público e a iniciativa privada, no desenvolvimento de projetos de irrigação. Além disso, focou as ações governamentais na execução de obras coletivas de grande porte (macrodrenagem, suporte hidráulico e elétrico), cabendo à iniciativa privada as demais providências para a sua consecução (HENZI, 2002).

Com o objetivo de gerenciar o Proni, o Governo Federal criou a estrutura do Ministério Extraordinário para Assuntos de Irrigação e ficaram vinculados a ele, o DNOCS, a Codevasf e o DNOS.

O Programa tinha como objetivo geral elevar o nível de garantia das safras e aumentar a oferta de alimentos básicos para o abastecimento do mercado interno, viabilizando por meio da irrigação a melhoria da produtividade, o uso racional dos recursos naturais e técnicos nas propriedades rurais.

A meta do PROINE era aumentar em 400% as áreas irrigadas no Nordeste brasileiro, com a perspectiva de crescimento de 1 milhão de hectares em cinco anos, sendo que 60% dessa área seria incrementada pela iniciativa privada. Para isso, a proposta era alavancar linhas de crédito que impulsionariam a iniciativa privada.

O PROINE fortaleceu, sobremaneira, a implantação de projetos públicos no Nordeste. A estimativa era que, cerca de 400 mil hectares, seriam ampliados a partir dos perímetros públicos e que estes serviriam de núcleos de desenvolvimento rural, trazendo benefícios para as populações locais, reduzindo o êxodo rural do Nordeste.

No ano de 1999, foi elaborado o "Projeto Novo Modelo de Irrigação", integrado ao Programa Avança Brasil. Este projeto reuniu a participação de diversos agentes e organismos

estatais, consultorias privadas, empresários agrícolas e consultores individuais de países com experiência em agricultura irrigada. No processo de elaboração desse projeto, foram definidas as bases estruturais, conceptuais e regulatórias, operacionais e financeiras da política nacional de irrigação (BANCO DO NORDESTE, 2001).

Tabela 1. Principais marcos, planos e programas relacionados à agricultura irrigada no país.

N.º	Instrumento legal	Ementa
1	Decreto 7.619, de 21/10/1909	Cria a Inspetoria de Obras Contra as Secas (IOCS)
2	Decreto 13.687, de 09/07/1919	Transforma a Inspetoria de Obras Contra as Secas em Inspetoria Federal de Obras contra as Secas (IFOCS)
3	Decreto 24.643, de 10/07/1934	Decreta o Código das Águas
4	Decreto-Lei 852, de 1938	Introduz modificações no Código das Águas
5	Decreto-Lei 8.486, de 28/12/45	Estrutura o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS)
6	Lei 541, de 15/12/1948	Cria a Comissão do Vale do São Francisco (CVSF)
7	Lei 4.771, de 15/09/1965	Institui o Código Florestal
8	Decreto-Lei 200, de 25/02/1967, passando a vigorar em 15/03/1967	Aprova a Reforma Administrativa, instituindo o Ministério do Interior
9	Decreto-Lei 292, de 28/02/1967	Cria a Superintendência do Vale do São Francisco–SUVALE e extingue a Comissão do Vale do São Francisco
10	Decreto 63.775, de 11/12/1968	Cria o Grupo Executivo de Irrigação para o Desenvolvimento Agrícola, no âmbito do Ministério do Interior
11	Lei 6.088, de 16/07/1974	Cria a Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco–Codevasf para suceder a SUVALE.
12	Lei 6.662, de 25/06/1979	Sancionada a Lei de Irrigação que dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos
13	Decreto 86.146, de 23/06/1981	Implementado o Programa de Aproveitamento das Várzeas Irrigáveis–PROVARZEAS NACIONAL, pelo Ministério da Agricultura
14	Lei 6.938, de 31/08/1981	Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente
15	Decreto 86.912, de 10/02/1982	Instituído o Programa de Financiamento para Equipamentos de Irrigação– PROFIR
16	Decreto 89.496, de 29/03/1984	Regulamenta a Lei de Irrigação 6.662/79
17	Decreto 92.344, de 29/01/1986	Instituído o Programa de Irrigação do Nordeste– PROINE
18	Decreto 92.395, de 12/02/1986	Instituído o Programa Nacional de Irrigação– PRONI
20	Lei 12.787, de 11/01/2013	Dispõem sobre a Política Nacional de Irrigação; altera o art. 25 da Lei 10.438, de 26 de abril de 2002

Nos anos subsequentes, a Política Nacional de Irrigação se concentrou ainda mais nos projetos públicos, tendo duas frentes de atuação: (i) a implementação de projetos novos; e (ii) a revitalização de projetos antigos.

Em 2011, por meio do Decreto número 7.472, de 4 de maio de 2011, foi criada, no âmbito da estrutura do Ministério da Integração Nacional, a Secretaria Nacional de Irrigação, com a missão de formular e conduzir a Política Nacional de Irrigação.

No ano de 2012, o Governo federal lançou o Programa "Mais Irrigação" que estava estruturado em 4 (quatro) eixos, sendo eles: (i) Eixo 1 (um) voltado à atração de investimentos privados por meio de concessão da ocupação agrícola, do investimento em infraestrutura de irrigação e da operação de projetos públicos, promovendo a utilização sustentável dos recursos de água e solo, dinamizando o desenvolvimento regional e gerando emprego e renda; (ii) Eixo 2 (dois) apostava na revitalização de projetos públicos de irrigação para potencializar a produção agrícola, gerando aumento da eficiência e a maior e melhor ocupação das áreas irrigadas; (iii) Eixo 3 (três) estava focado no beneficiamento de pequenos produtores familiares, por meio do apoio e dos incentivos para produzirem de forma eficiente, gerando emprego, renda e qualidade de vida; e (iv) Eixo 4 (quatro) tratava de estudos para a criação de uma carteira de implantação de projetos públicos irrigados.

O Programa "Mais Irrigação" foi desenhado tendo como âncora ações em projetos públicos de irrigação, contudo não resultou em avanços efetivos para o setor.

Em síntese, a Tabela 1 abaixo aponta os principais marcos, Planos e Programas relacionados à agricultura irrigada no país.

Em 2019, houve um novo esforço para reformular e para conduzir às ações atinentes à condução da Política Nacional de Irrigação. Para isso, o Ministério do Desenvolvimento Regional fixou duas estratégias: (i) aproximar a Política Nacional de Irrigação do setor privado, a partir da criação da iniciativa "Polos de Agricultura Irrigada"; e (ii) apoiar ações de melhoria de gestão nos projetos públicos de irrigação.

Aliada a estas estratégias, o Ministério do Desenvolvimento Regional em conjunto com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) formularam uma proposta para a regulamentação da Lei 12.787, de 11 de janeiro de 2013, que deve ser publicada, brevemente.

2.3 Situação da Política Nacional de Irrigação

A segunda parte do capítulo trata do momento atual da Política Nacional de Irrigação (Lei 12.787 de 11 de janeiro de 2013) e as perspectivas para sua implementação que, de certo modo, constituem desafios para a administração pública, em especial, para o Ministério do Desenvolvimento Regional.

Os últimos levantamentos realizados pelo Governo Federal apontaram que cerca de 98% das áreas irrigadas no país estão em projetos privados de irrigação e 2% em Projetos Públicos desse setor. Estes levantamentos destacaram, também, que os projetos privados se desenvolveram desvinculados de uma política pública estruturada.

Conforme visto anteriormente, o Estado brasileiro, nas últimas décadas, empreendeu esforços na promoção dos perímetros públicos de irrigação, fixando a essência da Política na construção dos projetos públicos.

Estes esforços ocorreram tanto para a construção de novos empreendimentos quanto para a revitalização de projetos antigos. Uma ação de maior vulto atrelada a revitalização de projetos de irrigação ocorreu a partir de 2006, no âmbito dos Projetos Pilotos de Investimento.

Entretanto, apesar da importância dos Projetos Públicos de Irrigação, no contexto do desenvolvimento regional, havia nesta estratégia uma visão míope da realidade, tendo em

vista que o Estado se mostrou, por vezes, omisso no tocante à agricultura irrigada privada, que representa quase a totalidade da irrigação no país.

Colaboram com esta constatação as taxas de crescimento e de expansão das áreas irrigadas no Brasil. Segundo dados levantados pela Associação Brasileira de Máquinas e Equipamentos (ABIMAQ), o país expande sua área irrigada em cerca de 250 mil hectares por ano e este crescimento ocorre em áreas privadas.

Sendo assim, não é possível falar sobre a expansão da irrigação no país, centralizando ações em Projetos Públicos de Irrigação.

É nesse contexto que, em 2019, o Ministério do Desenvolvimento Regional optou em reformular o modo de conduzir as ações para a implementação da Política Nacional de Irrigação.

Para tanto, o MDR adotou duas apostas estratégicas, a saber: (i) apoiar ações de melhoria de gestão nos projetos públicos de irrigação; e (ii) aproximar a Política Nacional de Irrigação ao Setor privado, a partir da iniciativa "Polos de Agricultura Irrigada" e de outras iniciativas vinculadas aos instrumentos da Política.

Além destas apostas estratégicas, o MDR propôs a estruturação de dois pilares para a condução da Política, sendo eles: (i) a criação da Câmara Técnica-Setorial de Produção Irrigada, que objetiva promover articulação das diferentes instâncias e esferas de governo e do setor privado, de modo a contribuir para o desenvolvimento da produção irrigada no Brasil; e (ii) a criação da iniciativa Unidades de Referência em Produção Irrigada, como instrumento para a promoção de capacitação e de pesquisa em irrigação.

A seguir, serão apresentadas duas estratégias propostas pelo MDR para a condução da Política Nacional de Irrigação.

2.4 Apoio à melhoria da gestão dos projetos públicos de irrigação

A proposta de apoio à melhoria da gestão dos projetos públicos de irrigação se justifica pela baixa eficiência e ociosidade de alguns projetos implantados.

Se de um lado há projetos exitosos e que alcançaram os objetivos propostos, alterando a realidade de territórios e de regiões, por outro lado, há projetos que ficaram inacabados, com baixa taxa de ocupação e sem cumprir suas funções primordiais, quais sejam, gerar emprego, renda e desenvolvimento.

Os últimos levantamentos realizados pelo Ministério do Desenvolvimento Regional apontaram que há no Brasil uma área irrigável implantada, em projetos públicos, de mais 300.000 mil hectares e que cerca de 50% destas áreas estão inoperantes, não ocupadas ou sem produção.

É por isso que a estratégia de apoio à melhoria de gestão dos perímetros públicos, no âmbito da implementação da Política Nacional de Irrigação, foi priorizada em detrimento à implantação de novos empreendimentos, num médio prazo de planejamento da Política.

Para tanto, o MDR avançou na criação de metodologia que compreende o diagnóstico dos projetos e a fixação de indicadores de desempenho, de modo a possibilitar uma análise mais precisa quanto à necessidade ou não da intervenção do estado nos projetos. Como ferramenta para execução desta estratégia, o Sistema Nacional de Informações sobre Irrigação foi posto como algo essencial e que se encontra em processo de contratação pelo Governo.

No escopo da melhoria de gestão dos projetos, o MDR propôs a regulamentação da cobrança da tarifa K1, para o pagamento pela utilização das infraestruturas de irrigação de uso comum, que culminou na Publicação da Portaria MDR 2.005, de 22 de julho de 2020.

Propõem-se ainda a concessão de projetos públicos de irrigação à iniciativa privada, para implantação e exploração dos projetos, como forma de garantir a rápida conclusão das infraestruturas de irrigação e a efetiva ocupação e operação das áreas irrigáveis.

A concessão de projetos se mostra uma alternativa viável em razão da possibilidade de captação de recursos privados para a conclusão ou recuperação de infraestruturas em projetos públicos e, desta forma, possibilitar a operacionalização e o funcionamento dos empreendimentos.

2.5 Aproximar a política nacional de irrigação do setor privado

No tocante à aposta estratégica de aproximar a Política Nacional de Irrigação do setor privado, o Ministério do Desenvolvimento Regional criou, em 2019, a iniciativa "Polos de Agricultura Irrigada".
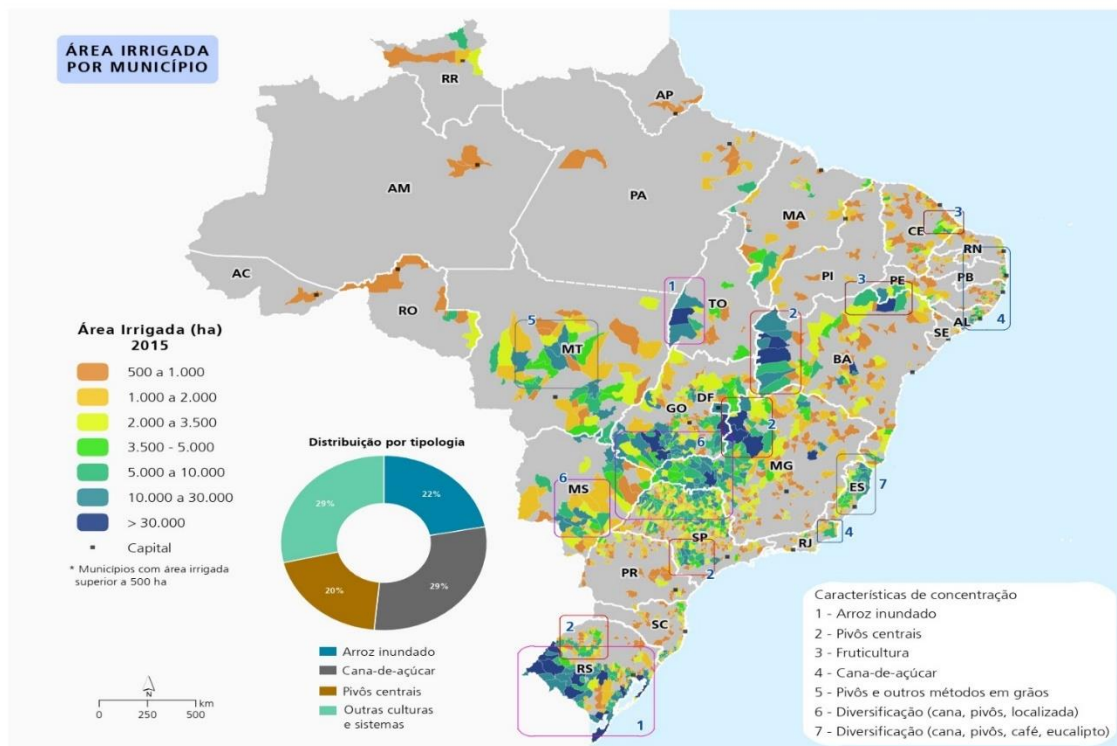
Figura 1. Áreas irrigadas por municípios (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, 2017).

A ideia dos Polos busca a implementação da Política, considerando: (i) a expansão da área irrigada, a partir da identificação de problemas e de superação de entraves locais; e (ii) a melhoria do ambiente produtivo, por meio da adoção de metodologia de planejamento local e setorial e da criação de uma governança.

Cabe destacar que a concepção da ideia dos polos contou, sobremaneira, com o emprego de informações geradas pela Agência Nacional de Águas, por meio do Atlas Irrigação, que possibilitou ao MDR identificar os adensamentos irrigados no país e traçar uma ação de apoio ao setor.

A Figura 1, retirada do Atlas Irrigação, da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2017), demonstra a espacialização das áreas irrigadas por município.

O emprego da ação "Polos" possibilitou inverter a maneira de selecionar projetos prioritários em benefício das áreas irrigadas no país. Enquanto nos últimos anos os projetos eram priorizados em altas estâncias de governo, agora, com a metodologia dos polos, os projetos passam a ser priorizados pelos agricultores irrigantes, em um modelo de execução de Política do tipo *bottom-up*.

A iniciativa "Polos de Agricultura Irrigada" foi instituída por meio da Portaria MDR 1.082, de 25 de abril de 2019, alterada pela Portaria MDR 2.154, de 11 de agosto de 2020.

Cabe destacar que a iniciativa está ancorada, quanto à sua metodologia de planejamento, nos seguintes pontos: (i) identificação de áreas no Brasil onde já há irrigação e produtores organizados; (ii) realização de Oficina de Planejamento, nas quais o setor elenca os problemas e propõe soluções, na forma de carteira de projetos; e (iii) criação de um grupo gestor, que passa a ser o elo de governança do Polo junto ao MDR.

Enfatiza-se ainda, que a carteira de projetos do polo, apontada pelo setor produtivo, se divide em quatro eixos de ação, assim descritos: (i) infraestrutura; (ii) normas e meio ambiente; (iii) capacitação, pesquisa e assistência técnica; e (iv) crédito, seguro e incentivos fiscais.

Em 2019 e 2020 foram instituídos seis Polos de Agricultura Irrigada listados a seguir: (i) Polo de Irrigação Sustentável do Vale do Araguaia - Portaria SMDRU 4, de 24 de maio de 2019; (ii) Polo de Agricultura Irrigada da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria – Portaria SMDRU 5, de 28 de maio de 2019; (iii) Polo de Irrigação do Planalto Central de Goiás – Portaria SMDRU 2.025, de 23 de agosto de 2019; (iv) Polo de Irrigação Oeste da Bahia – Portaria SMDRU 2.475, de 18 de outubro de 2019; (v) Polo de Irrigação Sustentável do Sul de Mato Grosso - Portaria 1.232, de 29 de abril de 2020; e (vi) Polo de Irrigação Noroeste Gaúcho - Portaria 3.149, de 15 de dezembro de 2020.

A Figura 2, demonstra os locais onde os seis Polos de Agricultura Irrigada foram criados, além de apresentar os dois Polos previstos para serem instituídos, em 2021, a saber: o Polo do Sudoeste Paulista e o Polo do Noroeste de Minas Gerais.
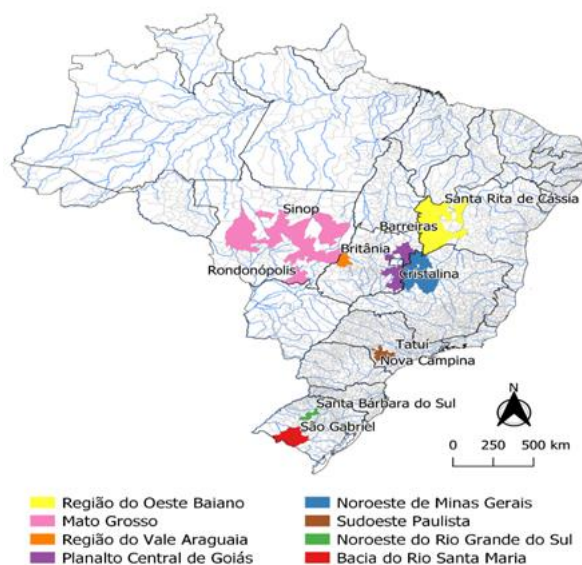
Figura 2. Polos de Agricultura Irrigada instituídos e a serem criados (FAO/Esalq/MDR).

Com relação às necessidades identificadas pelo MDR, nas carteiras de Projetos dos Polos, quatro se repetem de forma sistemática. Neste sentido, estas demandas podem ser consideradas como nacionais ou de repercussão nacional.

A seguir estão listadas as necessidades elencadas pelo setor, no âmbito dos Polos de Agricultura Irrigada, e que são consideradas demandas nacionais: (i) demanda por melhoria das normas para a construção de barramentos para a irrigação; (ii) necessidade de otimização dos processos para a obtenção de outorga do uso da água; (iii) demanda por melhoria na disponibilidade de carga e de rede de energia elétrica; e (iv) necessidade de otimização dos processos de análise para a emissão de licenças ambientais.

A partir destas demandas nacionais e, também, das locais de cada Polo, a condução de ações para a implementação da Política Nacional de Irrigação pode ser desenhada no sentido de superar os entraves e de expandir a área irrigada no Brasil.

De modo a complementar as ações dos Polos e de fomentar as informações disponíveis no tocante aos Projetos Públicos de Irrigação, buscou-se realizar estudos para subsidiar a elaboração do Plano Nacional de Irrigação.

Conforme previsto na Lei 12.787/2013, os Planos de Irrigação visam orientar o planejamento e a implementação da Política Nacional de Irrigação, em consonância com os Planos de Recursos Hídricos.

O emprego de um Plano possibilita inúmeros benefícios, tais como, a determinação de objetivos, o estabelecimento de metas e de métodos, bem como, a locação espacial de atividades a serem desenvolvidas para o efetivo alcance dos objetivos determinados (FRIZZONE; ANDRADE JÚNIOR, 2005). Tudo isso permite que a administração avalie a condução da política, no tempo, corrigindo a rota de implementação, quando necessário.

Em 2014, em um trabalho conjunto do Ministério da Integração Nacional e da Escola Superior "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo (USP), foi elaborado o estudo "Análise Territorial para a Agricultura Irrigada no Brasil".

O referido estudo possibilitou avançar na visão da espacialização das políticas públicas nos territórios, identificando seus impactos e resultados. Além disso, permitiu visualizar de forma clara as configurações estabelecidas, considerando as principais variáveis de interesse para o desenvolvimento da agricultura irrigada, de modo integrado.

O estudo ofereceu os elementos para direcionar os instrumentos e as políticas disponíveis, visando a ampliação da capacidade de dinamização econômica da agricultura e dos territórios de modo geral. Destarte, qualificou ações voltadas para o desenvolvimento de uma agricultura irrigada sustentável.

Como resultado do trabalho, indicou-se um potencial de área irrigável total no país de 67,5 milhões de hectares e destacou que, da área irrigada existente, 37% (2,2Mha) não conta com a possibilidade de expansão devido ao esgotamento da água disponível em suas bacias. Outros 44% (2,7Mha) da irrigação encontram-se em regiões em que há importante possibilidade de expansão, mas fora de áreas de prioridade de intervenção pública. As áreas em que há possibilidade de expansão e que justificam intervenção pública mais expressiva para fins de desenvolvimento sustentável regional representam 19% da área irrigada (1,1Mha) e contém 36% da capacidade adicional de área irrigável (27Mha).

O estudo "Análise Territorial para o Desenvolvimento da Agricultura Irrigada no Brasil" foi aprovado por meio da Portaria MI 115/2015, de 18 de junho de 2015, como parte integrante do Plano Nacional de Irrigação. Ele foi apresentado como uma aproximação do planejamento e da expansão da Agricultura Irrigada no Brasil. A Portaria trouxe ainda em seu artigo 3º uma previsão mínima de atualização a cada 4 anos, do relatório final do estudo "Análise Territorial".

A partir da importância deste estudo, em 2019, o MDR, em parceria com a FAL e a Esalq/USP, desenvolveu o "Plano de Ação Imediata da Agricultura Irrigada no Brasil para o período de 2020-2023", que deve ser publicado brevemente.

Destaca-se, entretanto que, os resultados apresentados pelo referido estudo distinguem áreas com potencial de intensificação de agricultura de sequeiro por meio da irrigação e as áreas com potencial de expansão da agricultura irrigada sobre pastagens consolidadas, considerando a disponibilidade hídrica superficial no território. Além disso, foram apontados os resultados de área adicional irrigável com base na água subterrânea disponível.

2.6 Considerações finais

É importante dizer que, do ponto de vista estratégico, a expansão da agricultura irrigada permite ao país galgar posição de maior destaque no cenário internacional de produção de fibras, alimentos e bioenergias, possibilitando melhorias: (i) na competitividade de produtos; (ii) na geração de riquezas; e (iii) na segurança nacional.

Neste sentido, apesar da importância do setor da agricultura irrigada para o país, é possível afirmar que a Política Nacional de Irrigação carece de um fortalecimento institucional. Atualmente, a condução da Política é realizada pelo Ministério do Desenvolvimento Regional, no âmbito de uma Coordenação-Geral.

Necessita-se formular um Programa de Estado que estabeleça uma estrutura de governo mínima para desenvolver a Política de Irrigação e que trace planos de desenvolvimento da agricultura irrigada pautados em estudos, de modo a orientar as ações a serem desempenhadas nos territórios.

Não obstante, quanto à Lei 12.787, de 11 de janeiro de 2013, é certo que ficará cada vez mais evidente a necessidade de uma revisão da referida lei, no sentido de aproximá-la da realidade da agricultura irrigada moderna, fazendo alcançar melhor a Política Nacional de Irrigação da irrigação privada.

Pontos cruciais como barramentos de água para irrigação e tarifas especiais para agricultura irrigada, bem como, a energia elétrica, fator vital para a irrigação (RODRIGUES; DOMINGUES, 2017), deveriam ser tratados com mais especificidade, dentro da Política de Irrigação, o que não é feito atualmente.

Além desses pontos, o incentivo à implantação de infraestruturas para favorecer a irrigação privada, subsídios para energia renovável e para tecnologias sustentáveis, à exemplo do reúso de água para irrigação, deverão ser cada vez mais demandados no âmbito da Política Nacional de Irrigação.

Especialmente para o nordeste brasileiro, como ocorre em outros países, a questão do reúso da água para a irrigação, deverá ser priorizado. Isso porque, dentre as tecnologias que vem sendo desenvolvidas para racionalizar o uso da água, o reúso de águas servidas é a que possui maior potencial para impactar, positivamente e de forma célere, o emprego eficiente dos recursos hídricos (BRAGA; LIMA, 2014).

A publicação do Decreto de regulamentação da Política, previsto para realizada em breve, deve favorecer a implementação dos instrumentos da Política e possibilitar melhorias nas áreas de informação sobre a agricultura irrigada, sobre capacitação e pesquisa, entre outros.

Na medida em que a Política ganhe força com a implementação de seus instrumentos, deverá haver um movimento cada vez maior para que as demandas do setor cheguem ao Conselho Nacional de Irrigação, para tratar de assuntos e gargalos que tem relação direta com a agricultura irrigada, e, atualmente, estão sendo pautados em outros colegiados.

Entretanto, o êxito da Política Nacional de Irrigação no Brasil, perpassa, sobretudo, por ações de valorização do potencial da agricultura irrigada como vetor de desenvolvimento, de segurança alimentar e de preservação do meio ambiente.

A tecnologia da irrigação precisa ser mais explorada no que tange ao papel que ela representa para a conservação dos biomas brasileiros. Por possibilitar maiores índices de produtividade, a tecnologia favorece o aumento de produção nas regiões, sem a necessidade de abertura de novas áreas.

Destarte, considerando as questões elencadas aqui, é preciso que haja uma reestruturação continuada na condução da Política Nacional de Irrigação e ainda, que favoreça a construção de um diálogo permanente entre o setor produtivo e a sociedade brasileira. Um diálogo que fortaleça a agricultura irrigada a partir dos múltiplos benefícios que a técnica de irrigação pode trazer a sociedade, ao meio ambiente e as regiões do país.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Atlas Irrigação**: uso da água na agricultura irrigada. Brasília, 86p., ANA, 2017.

BANCO DO NORDESTE. **Relatório de Gestão.** 2001. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/documents/50268/54349/df_2001_relatorio_de_gestao.pdf/ab30bacb-cf18-404e-935a-4117cce8eef0. Acesso em: 30 abr. 2021.

BERNARDO, S.; MANTOVANI, E.C.; SILVA, D.D.; SOARES, A.A. **Manual de Irrigação**. Editora UFV. 545p., 2019.

BRAGA, B.M.; LIMA, C.E.P. **Reúso de água na agricultura**. Brasília. Embrapa, 2014.

BRASIL. Decreto 7.472 de 4 de Maio de 2011. Aprova a estrutura regimental e o quadro demonstrativo dos cargos em comissão e das funções gratificadas do Ministério da Integração Nacional e dispõe sobre remanejamento de cargos em comissão. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, p.13, 5 mai. 2011.

BRASIL. Decreto 7.619, de 21 de Outubro de 1909. Approva o regulamento para organização dos serviços contra os effeitos das seccas. Diário Official, p.7702, 26 out. 1909. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, seção 1, p.7905, 31 out. 1909.

BRASIL. Decreto 24.643 de 10 de Julho de 1934. Decreta o Código de Águas. **Coleção de Leis do Brasil**, v.4, p.679, 10 jul. 1934.

BRASIL. Decreto 63.775 de 11 de Dezembro de 1968. Cria o Grupo Executivo de Irrigação para o Desenvolvimento Agrícola (GEIDA) e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, seção 1, p.10762, 12 dez. 1968.

BRASIL. Decreto 86.146 de 23 de Junho de 1981. Dispõe sobre a criação do Programa Nacional para Aproveitamento de várzeas Irrigáveis - PROVÁRZEAS NACIONAL. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, seção 1, p.11781, 24 jun. 1981.

BRASIL. Decreto 89.496 de 29 de Março de 1984. Regulamenta a Lei 6.662, de 25 de junho de 1979, que dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação, e dá outras providencias. **DOFC**, 30 mar. 1984.

BRASIL. Decreto 92.344, de 29 de Janeiro de 1986. Institui o Programa de Irrigação do Nordeste - PROINE e dá outras providências. **DOFC**, 30 jan. 1986.

BRASIL. Decreto 92.395 de 12 de Fevereiro de 1986. Institui o Programa Nacional de Irrigação - PRONI; atribui a Ministro de Estado Extraordinário a sua execução; e dá outras providencias. **DOFC**, 14 fev. 1986.

BRASIL. Decreto-Lei 200 de 25 de Fevereiro de 1967. Dispõe sobre a organização da Administração Federal, estabelece diretrizes para a Reforma Administrativa e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 27 mar. 1967.

BRASIL. Decreto-Lei 292 de 28 de Fevereiro de 1967. Cria a Superintendência do Vale do São Francisco - SUVALE, extingue a Comissão do Vale do São Francisco - CVSF e dá outras providências. **DOFC**, p.2468, 28 fev. 1967.

BRASIL. Decreto-Lei 852, de 11 de Novembro de 1938. Mantém, com modificações, o Dec. 24643, de 10 de Julho de 1934 – Código de águas, e dá outras providências. 11 nov. 1938.

BRASIL. Decreto-Lei 8.486 de 28 de Dezembro de 1945. Dispõe sobre a reorganização da Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas (I.F.O.C.S.), que passa a denominar-se Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (D.N.O.C.S.). **Diário Oficial da República Federativa do Brasil,** 02 jan. 1946.

BRASIL. Lei 541 de 15 de Dezembro de 1948. Cria a Comissão do Vale do São Francisco e dá outras providências. **DOFC**, p.17989, 17 dez. 1948.

BRASIL. Lei 4.771 de 15 de Setembro de 1965. Institui o Código Florestal. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, p.9529, 16 set. 1965.

BRASIL. Lei 6.088 de 16 de Julho de 1974. Dispõe sobre a criação da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (Codevasf) e dá outras providencias. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. 17 jul. 1974.

BRASIL. Lei 6.662 de 25 de Junho de 1979. Dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação, e dá outras providências. **DOFC**, 26 jun. 1979.

BRASIL. Lei 6.938 de 31 de Agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **DOFC**, p.16509, 2 set. 1981.

BRASIL. Lei 12.787 de 11 de Janeiro de 2013. Dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação; altera o art. 25 da Lei 10.438, de 26 de abril de 2002; revoga as Leis 6.662, de 25 de junho de 1979, 8.657, de 21 de maio de 1993, e os Decretos-Lei 2.032, de 9 de junho de 1983, e 2.369, de 11 de novembro de 1987; e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, p.4, 14 jan. 2013.

BRASIL. Lei 13.844 de 18 de Junho de 2019. Estabelece a organização básica dos órgãos da Presidência da República e dos Ministérios; altera as Leis 13.334, de 13 de setembro de 2016, 9.069, de 29 de junho de 1995, 11.457, de 16 de março de 2007, 9.984, de 17 de julho de 2000, 9.433, de 8 de janeiro de 1997, 8.001, de 13 de março de 1990, 11.952, de 25 de junho de 2009, 10.559, de 13 de novembro de 2002, 11.440, de 29 de dezembro de 2006, 9.613, de 3 de março de 1998, 11.473, de 10 de maio de 2007, e 13.346, de 10 de outubro de 2016; e revoga dispositivos das Leis 10.233, de 5 de junho de 2001, e 11.284, de 2 de março de 2006, e a Lei 13.502, de 1º de novembro de 2017. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, p.4, 18 jun. 2019.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Portaria 1.082 de 25 de Abril de 2019. Estabelece a iniciativa Polos de Agricultura Irrigada como parte integrante das ações de implementação da Política Nacional de Irrigação e de incentivo ao desenvolvimento regional no âmbito do Ministério do Desenvolvimento Regional. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, seção 1, p.25, 30 abr. 2019.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Portaria 2.005 de 22 de Julho de 2020. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, seção 1, p.13, 23 jul. 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Portaria 2.154 de 11 de Agosto de 2020. Estabelece a iniciativa Polos de Agricultura Irrigada como parte integrante das ações de implementação da Política Nacional de Irrigação e de incentivo ao desenvolvimento regional no âmbito do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), e revogar a Portaria MDR n. 1082, de 25 de abril de 2019. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, seção 1, p.18. Ed. 154, 12 ago. 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Desenvolvimento Regional e Urbano. Portaria 4 de 24 de Maio de 2019. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, seção 1, p.9. Ed. 100, 27 mai. 2019.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Desenvolvimento Regional e Urbano. Portaria 5 de 28 de Maio de 2019. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, seção 1, p.22. Ed. 104, 31 mai. 2019.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Desenvolvimento Regional e Urbano. Portaria 2.025 de 23 de Agosto de 2019. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, seção 1, p.12. Ed. 168, 30 ago. 2019.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Desenvolvimento Regional e Urbano. Portaria 2.475 de 18 de outubro de 2019. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil,** seção 1, p.15, Ed. 204, 21 out. 2019.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Desenvolvimento Regional e Urbano. Portaria 3.149 de 15 de Dezembro de 2020. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil,** seção 1, p.88, 17 dez. 2020.

BRASIL. Senado Federal. Decreto 13.687 de 9 de Julho de 1919. Aprova o regulamento para a Inspetoria Federal de obras contra as secas. **Coleção de Leis do Brasil**, Brasília, v.3, p.47, col.1, 31 dez. 1919.

BRASIL. Senado Federal. Decreto 86.912 de 10 de Fevereiro de 1982. Institui o Programa de Financiamento de Equipamentos de Irrigação - PROFIR, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, seção 1, p.2533, 11 fev. 1982.

COELHO NETO, A.S. Trajetórias e direcionamentos da política de irrigação no Brasil: as especificidades da região Nordeste e do Vale do São Francisco. In: XIX ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA, **Anais...** São Paulo: USP, 2009.

FEITOSA, A.C.; MACHADO. F.O.C.; LIBERATO, P.R.M.; JUSWIAK, V. **Desafios para a transferência de gestão dos perímetros públicos de irrigação: proposta para a efetiva emancipação**. 2014. Relatório. Secretaria Nacional de Irrigação, Ministério da Integração Nacional, Brasília, 2014.

FRIZZONE, J.A.; ANDRADE JÚNIOR, A.S. **Planejamento de Irrigação**: análise de decisão de investimento. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Meio Norte, 626p., 2005.

HEINZE, B.C.L.B. **A importância da agricultura irrigada para o desenvolvimento da região nordeste do Brasil**. Brasília, 59p., 2002.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **A irrigação no Brasil**: situação e diretrizes. Brasília: IICA, 132p., MI, 2008.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL**. Análise territorial para o desenvolvimento da agricultura irrigada no Brasil.** IICA/BRA/08/002, 215p., 2014. Disponível em: https://gppesalq.agr.br/publicacoes/produ%C3%A7%C3%A3o-t%C3%A9cnica/irriga_mi. Acesso em: 3 mai. 2021.

RODRIGUES, L.N.; DOMINGUES, A.F. Agricultura Irrigada: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável. **Inovagri**, Brasília, 327p., 2017.

CAPÍTULO 3

3 DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA DA IRRIGAÇÃO NO BRASIL PELAS DÉCADAS

Antonio Alfredo Teixeira Mendes

Resumo

Todos sabemos que o caminho seguro para um futuro promissor pressupõe o conhecimento e a compreensão sobre o passado, em qualquer área do conhecimento humano. Nesse sentido, estando o Brasil a caminho de consolidar-se, dia após dia, como uma potência mundial do agronegócio, não há dúvidas que cada vez mais a agricultura irrigada ganhará protagonismo e sua base industrial e tecnológica, arduamente construída ao longo de décadas, terá importante papel a desempenhar nesse contexto. Esse trabalho tem como objetivo resgatar alguns elementos da história da indústria de equipamentos para irrigação no Brasil, notadamente no que se refere ao surgimento da indústria nacional de equipamentos e componentes diversos para irrigação agrícola, iniciando-se nos anos 1950 e evoluindo até os dias atuais. Nesse contexto, algumas empresas e importantes personalidades foram relembradas por seu pioneirismo e visão transformadora, antecipando o enorme futuro dessa tecnologia essencial para o desenvolvimento da agricultura irrigada sustentável no país. Ainda que com alcance limitado pela disponibilidade restrita de informações e referências formais, pretende-se compartilhar alguns conteúdos sobre a história dessa indústria no Brasil, a qual, ao consolidar-se ao longo do tempo, constituiu-se em elemento essencial a promover enormes oportunidades e trazer consigo grandes desafios para todos aqueles que militam nessa área de atividade tão complexa, multidisciplinar e, porque não dizer, apaixonante. A visão compartilhada com os pioneiros dessa indústria deve ser o motivador e direcionador de nossas ações futuras em prol do desenvolvimento da agricultura irrigada sustentável que almejamos, respeitando-se sempre as lições do passado, com base nos princípios éticos e nas melhores práticas de negócios, pautadas pela lisura na forma de atuação e no compromisso com a responsabilidade ambiental e social.

3.1 Introdução

A prática da irrigação agrícola tem sido fundamental para garantir a produção de alimentos para as populações desde os primórdios da civilização.

Há registros de que os egípcios se utilizaram das águas do rio Nilo na produção agrícola há cerca de 7.000 anos, da mesma forma que fizeram os povos da Mesopotâmia (atualmente Iraque), em relação aos rios Tigres e Eufrates. Igualmente em relação aos chineses, que se utilizavam do rio Huang Ho (rio Amarelo).

Nas Américas, havia populações indígenas que se utilizavam da irrigação há 2.000 anos, como os índios Hohokams na região onde atualmente é o estado do Arizona, nos Estados Unidos da América.

Nesse contexto, cabe destacar a civilização Inca no Peru, que criou uma infraestrutura de agricultura irrigada muito desenvolvida e sofisticada para a época.

No que se refere ao Brasil, há poucos e raros registros das primeiras práticas da agricultura irrigada, como por exemplo aquela desenvolvida pelos jesuítas em 1589 na Fazenda Santa Cruz, no estado do Rio de Janeiro.

Acredita-se que a primeira iniciativa no que se refere a implantação de um projeto de irrigação no país decorre da construção do reservatório Cadro, no Rio Grande do Sul, em 1881, para garantir o suprimento de água para as lavouras de arroz, com início de operação efetiva no ano de 1903.

No ano de 1904 verifica-se o surgimento de lavouras de arroz irrigadas por inundação, no município de Pelotas, no Rio Grande do Sul.

A seguir, em 1912, no município de Cachoeira do Sul localizado nesse mesmo estado, houve o desenvolvimento de outras áreas de arroz irrigado por inundação, nas quais o acionamento das bombas hidráulicas era realizado por equipamentos movidos a vapor gerado pela queima de lenha, chamados locomóveis, fabricados por uma empresa local denominada Mernak.

De uma forma geral, essa situação permaneceu praticamente inalterada até a década de 1950, com a agricultura irrigada concentrando-se no Rio Grande do Sul, em áreas de produção de arroz que se utilizavam de sistemas de irrigação por superfície, mais especificamente o método da inundação.

Somente a partir desse período iniciou-se uma expansão de áreas irrigadas para outras regiões do país, notadamente para a região sudeste, por meio dos métodos de irrigação por sulcos de infiltração e Subirrigação para horticultura, seguindo-se os pioneiros sistemas de irrigação pressurizados por aspersão, para esses mesmos cultivos e também para a cafeicultura.

Posteriormente, a partir das décadas de 1960 e 1970, iniciou-se de forma mais significativa a expansão dos projetos de irrigação, em sua maioria públicos, em distintas áreas da região nordeste.

3.2 Primórdios da indústria de equipamentos para irrigação no Brasil

No início da década de 1950, sendo o café o principal produto de exportação do Brasil, o governo federal passou a incentivar a utilização de equipamentos de irrigação para esse cultivo com o objetivo de garantir e ampliar sua oferta, na forma de isenção de impostos de importação e oferta de taxas cambiais especialmente favoráveis aos importadores de tais equipamentos.

Mais especificamente no ano de 1952, inicia-se a comercialização de equipamentos para irrigação agrícola no país, através da importação de aspersores metálicos e tubos de aço galvanizado de engate rápido por uma empresa nacional denominada Theodor Wille Trading (DTW), de propriedade de um imigrante alemão chamado Jurgen Liesler Kiep, que mais adiante seria reconhecido como empresário visionário e pioneiro nas atividades de importação, fabricação e distribuição de equipamentos para irrigação pressurizada no país.

Em 1954, como consequência dessas primeiras iniciativas de importação, houve a instalação da primeira fábrica de equipamentos para irrigação no país (empresa denominada Asbrasil, originalmente em São Paulo, tendo sido posteriormente transferida para São Bernardo do Campo/SP, em 1966).

Essa unidade de fabricação pioneira foi originalmente implantada com tecnologia e equipamentos industriais adquiridos junto à empresa Perrot da Alemanha, sendo que a partir daí foram gradualmente desenvolvidas adaptações nos produtos e processos de fabricação, ajustando-os às condições locais.

Um dos destaques dos investimentos realizados nessa unidade de fabricação foram as máquinas especiais para a produção de tubos de aço leves, com acoplamentos rápidos estanques para uso exclusivo na irrigação agrícola.

Visando assegurar a vida útil dessas tubulações em condições de campo, foi instalada unidade completa de zincagem a fogo, para permitir a galvanização desses produtos e seus componentes.

Nessa ocasião, o acionamento dos sistemas de irrigação por aspersão era realizado por conjuntos motobomba à diesel, que continuavam a ser importados.

Seguindo-se o processo de industrialização do país na segunda metade da década de 1950, foram disponibilizados uma série de produtos e acessórios localmente, tais como motobombas hidráulicas, motores elétricos e à diesel, válvulas metálicas diversas, acoplamentos para tubos de alumínio e demais dispositivos utilizados para compor o sistema de irrigação pressurizado por aspersão.

Interessante analisarmos em paralelo, ainda que de forma pontual, alguns elementos relativos ao desenvolvimento da indústria de equipamentos para irrigação, que ocorriam no exterior no período compreendido entre as décadas de 1930 e 1950, de forma meramente ilustrativa.

Podemos citar a invenção do primeiro aspersor de impacto, atribuída por alguns a Orton Englehart, produtor de citrus no sul da Califórnia, que em 1933 teria utilizado tal dispositivo em seus pomares, ainda que Charles Skinner, agricultor de Troy, Ohio, tenha sido o primeiro indivíduo a receber uma patente para o sistema de irrigação por aspersão.

Figura 1. Montagem de aspersores metálicos na fábrica situada no kibutz Naan, Israel, fundada no ano de 1937.

Figura 2. Vista geral da fábrica de aspersores metálicos situada no kibutz Naan, Israel, fundada no ano de 1937.

No ano de 1937, na região do oriente médio onde posteriormente seria criado o estado de Israel, mais especificamente no Kibutz Naan, estabelecia-se uma fábrica de equipamentos para irrigação, principalmente aspersores metálicos e acessórios para utilização em pleno deserto que se convertia em áreas de produção agrícola.

No que se refere ao pivô central, no final da década de 1940, o agricultor/ inventor/ visionário Frank Zybach, introduziu a primeira versão de seu primeiro equipamento na comunidade de Strasburg, Colorado.

Essa invenção teria surgido da observação do trabalho manual penoso representado por um sistema de irrigação por aspersão com tubulações móveis de alumínio em plantações em Prospect Valley, Colorado, no ano de 1947.

Em 1948, um primeiro protótipo de pivô central foi instalado num campo de pastagens ao norte de Strasburg; no ano seguinte, em 1949, Frank Zybach solicitou a patente do equipamento, o que finalmente foi obtido em 22 de julho de 1952, tendo sido definido como "Aparelho de Irrigação por Aspersão Autopropelido Zybach".

Entre 1952 e 1954, Frank Zybach seguiu desenvolvendo e fabricando seus primeiros pivôs centrais de forma praticamente artesanal, até que em setembro de 1954, seu equipamento foi licenciado para fabricação para o Sr. Robert B. Daugherty, investidor e então proprietário da empresa Valley Manufacturing, em Valley, Nebraska.

Fruto desse empreendimento, já em 1960 cinquenta pivôs centrais eram produzidos anualmente e, a partir de então, seguiu-se o enorme desenvolvimento dessa indústria por todos os países nos diversos continentes.
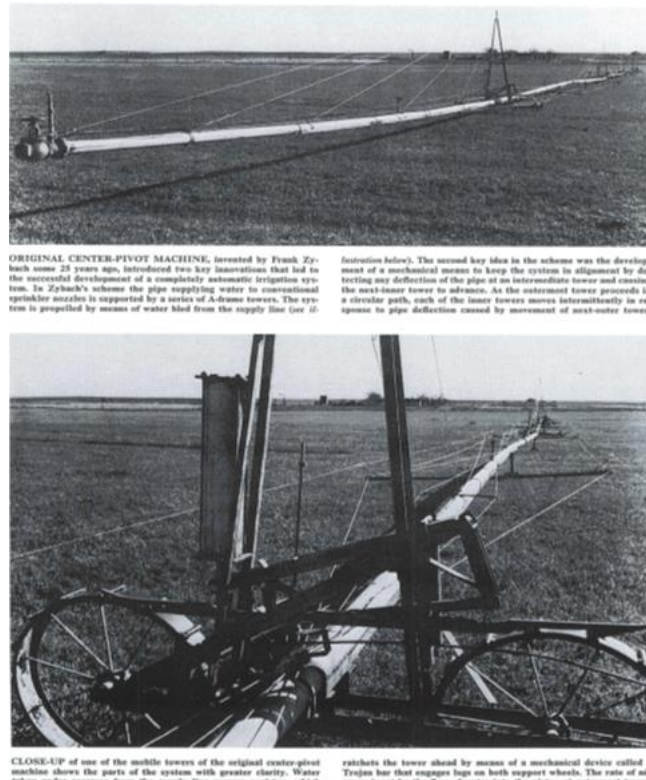
Figura 3. Detalhes da estrutura do pivô central original inventado e patenteado por Frank Zybach no ano de 1952, com acionamento por pistões hidráulicos e rodas metálicas.

3.3 A evolução da indústria nacional de equipamentos de irrigação ao longo das décadas

A partir da década de 1960, novas indústrias de equipamentos para irrigação, seus componentes e acessórios surgiram no país, impulsionadas principalmente pela demanda de cultivos como hortaliças e olerícolas, cuja produção primordialmente estava concentrada ao redor dos centros urbanos que se consolidavam naquele momento histórico.

Ao longo do período compreendido entre as décadas de 1960 e 1970, surgiram os primeiros equipamentos de irrigação mecanizada de fabricação nacional, ocasião em que houve início a expansão do uso da energia elétrica no meio rural para fins de irrigação agrícola, provocada pelo aumento dos preços do petróleo verificados à época.

Dentre esses equipamentos para irrigação mecanizados, destacaram-se os equipamentos autopropelidos acionados por pistões hidráulicos e posteriormente por turbinas hidráulicas, com várias configurações e capacidades, normalmente cobrindo áreas entre 15 e 50 hectares por unidade. Foram muito utilizados para culturas como feijão, batata, tomate, pomares de citrus, etc., em várias regiões do país.

Na década de 1970, surgiu a fabricação local de equipamentos para irrigação localizada, tanto o gotejamento como a microaspersão, seus componentes e acessórios, inicialmente com aplicação em horticultura, fruticultura e pomares de citros.

Foi o caso da empresa Dangotas Irrigação Ltda., que ao redor do ano de 1975, foi pioneira na introdução da irrigação por gotejamento no país, através da associação de um empresário local, Sr. Manoel Dantas, com a empresa Drip Irrigation International, por sua vez associada à Agrifim Irrigation Inc., com sede no Arizona, USA, tendo como proprietário e gestor o Sr. Rudney Huskin.
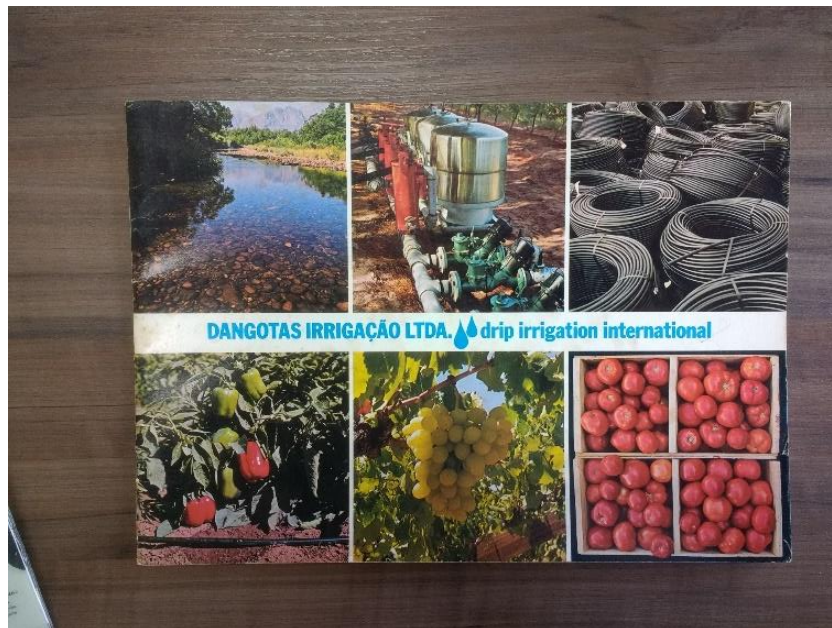
Figura 4. Catálogo técnico promocional da empresa Dangotas Irrigação Ltda, produzido na metade da década de 1970.

Figura 5. Cabeçal de controle (medição de água, filtragem e fertirrigação) de sistema de irrigação por gotejamento para 122 hectares de cultivo de ameixa, município de Buri (SP), ano de 1978.

Importante destacar que no ano de 1973, durante seminário de irrigação por gotejamento realizado na Universidade de Harvard, Boston, Massachusetts, Estados Unidos da América, foi destacado o fato de que era uma grande satisfação observar as reações das pessoas que usufruiriam dos benefícios da irrigação por gotejamento na ocasião, e que este aspecto fascinante estimulava a imaginação, antevendo-se possibilidades antes inconcebíveis para a aplicação desse sistema na agricultura.

No ano seguinte, 1974, durante o Segundo Congresso Internacional de Irrigação por Gotejamento, realizado em San Diego, Califórnia, Estados Unidos da América, afirmou-se que,

com desenvolvimento apropriado, a irrigação por gotejamento poderia ser o tipo mais eficiente, efetivo e ecologicamente perfeito dos sistemas de irrigação conhecidos até então.

Dessa forma, cabe observar que - ainda que de forma muito incipiente e frágil - desde os primeiros passos da tecnologia da irrigação por gotejamento no cenário internacional, de alguma forma o tema passou a ser objeto de atenção no Brasil.

Seguem abaixo alguns registros sobre empresas e tipos de equipamentos que chegaram ao mercado nacional ao longo da década de 1970 e subsequentes (1980, 1990, 2000), visando apenas fornecer uma visão geral e bastante aproximada da evolução observada no período, sem que tais elementos tenham sido tratados com rigor metodológico ou obtidos em quaisquer bases de dados formais: (i) Anos 70 - Dangotas - Irrigação por gotejamento - Sr. Manoel Dantas, posteriormente Dantas Irrigação, anos 80/ 90 - tubos de aço zincado com engate rápido, aspersores, autopropelidos, canhões hidráulicos, montagem direta, tubos de alumínio, irrigação localizada, gotejadores, microaspersores, componentes e acessórios, pivô central, (ii) Anos 70, 80, 90 - Asbrasil S/A - Sr. Joaquim Klaussner - Tubos de alumínio com engate rápido, aspersores e canhões hidráulicos, equipamentos autopropelidos, montagem direta, tubos de aço zincado com engate fixo, bomba trator, ramal rolante, carretel enrolador (aquisição empresa Ferrostaal), pivô central (Valmatic, 1978, joint venture com a Valmont Irrigation), equipamento linear de avance frontal, pivô rebocável, equipamentos para irrigação localizada, tubos cegos de polietileno, gotejadores, microaspersores, componentes e acessórios, (iii) Agropolo - Aspersores - 1971, (iv) Ederer, posteriormente MTU - Canhões/ motobombas/ pivôs - anos 70-80 - Sr. José Ederer, (v) Krebsfer (atual Krebs) - início 1966, irrigação 1978 - Sr. Osvaldo Krebs, (vi) Fabrimar - Aspersores - início 1960, irrigação 1984 - Sr. Fausto Martins, (vii) Plona - Aspersores - início 1980, irrigação 1984 - Sr. Arno Bernert, (viii) Aspersolo - Canhões e autopropelidos - 1983 - Marcelo Ferrero, (ix) Fockink - Pivô Central - 1947, irrigação anos 80 - Sr. Peter Fockink, (x) Irrigabrás - Tubos alumínio/ inox, carretel, pivôs - 1985 - Renato Barroso/ Iraci Coletti, (xi) Carborundum - Canhões Rainbow (anos 70), pivô central (Lindsay, 1981 - 1997), localizada (anos 90), (xii) Metal Lavras - Carretel enrolador - 1992 - Werner Ederer; anos 2000 Setorial, (xiii) Tigre - Tubogotejadores cilíndricos integrados para irrigação localizada Irriga Drip – 1990, (xiv) Irrigabrasil - Carretel Enrolador - 1993 - Hélio/ Ângelo/ Miguel, (xv) Asperjato - Aspersores – 1997, (xvi) Amanco - Irrigação Localizada (Carborundum) – 2003, (xvii) Valmont (aquisição Asbrasil,1997), (xviii) Lindsay (2001), (xix) Bauer (2004), (xx) Romera Simon, (xxi) Jimenez Irrigação, (xxii) Irrigação Penápolis, (xxiii) Netafim (2000), (xxiv) Plastro/ Rivulis (2002), (xxv) NaanDan/ NaanDanJain (2003), (xxvi) Petroisa (2005), (xxvii) Plasnova, (xxviii) Drip-Plan, (xxix) Azud, e (xxx) Outras.

Cabe registrar o grande dinamismo e instabilidade do mercado de equipamentos para irrigação no Brasil observado ao longo das décadas passadas, em função de inúmeras variáveis (principalmente situação macroeconômica do país, disponibilidade de crédito para investimento na agricultura, inexistência de política de desenvolvimento setorial estável e consistente, dentre tantas outras que não cabe aqui discutir).

Com base em dados meramente informais, foi possível relacionar mais de 40 marcas de pivô central que em algum momento participaram do mercado nacional ao longo de mais de quatro décadas: Asbrasil-Valmatic/ Valmont, Carborundum/ Lindsay, Dantas, Ederer/ MTU, Enermaq, Delp, Encol, Irmãos Ayres, Kavan, Esco, SBE, Brasilit Rural/ CBR, Círculo Verde, USmatic, Asperbrás, Agrogeral, TSI/ Nebraska, Hidrocampo, Romera, Krebsfer/ Krebs, Jimenez, Hidropower, Fockink, Irrigabrás, Irrigação Penápolis, Bauer, Linbrás, Carborundum (Holambra), Irricampo, Irriganor, Irrigaplus, Cielt, Alvenius, Eletro Mastir, Hidrosprinkler, Nevada, Geraluz.

Figura 6. Primeiro pivô central importado, marca Valley, origem USA, instalado no Brasil, na Fazenda Chapadinha, município de Brasilândia/ MG, 1976 (foto disponibilizada por Fernando Antonio Rodriguez, 2020).
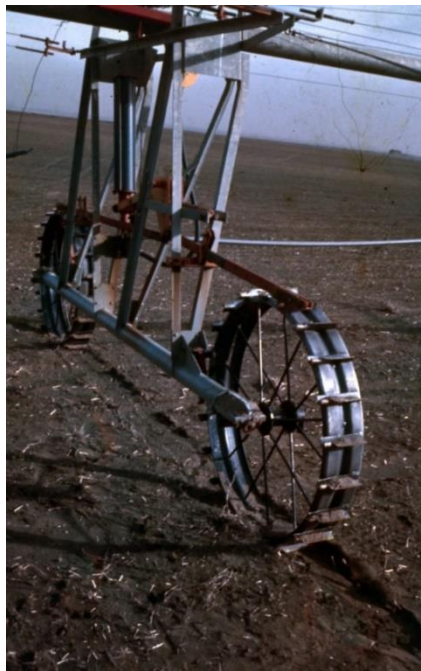
Figura 7. Torres móveis do primeiro pivô central importado, marca Valley, origem USA, instalado no Brasil, na Fazenda Chapadinha, município de Brasilândia (MG), 1976 (foto disponibilizada por Fernando Antonio Rodriguez, 2020).
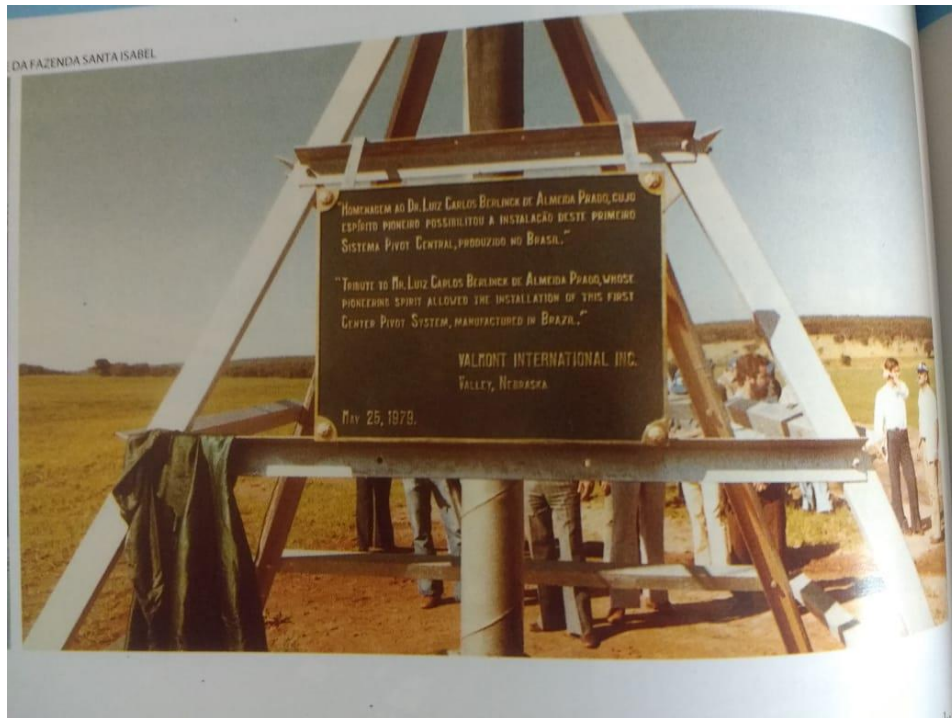
Figura 8. Placa comemorativa da instalação do primeiro pivô central fabricado no Brasil, na Fazenda Santa Isabel, município de Brotas/SP, propriedade da família Almeida Prado, em 25 de maio de 1979; pivô marca Valmatic, resultado da associação da Asbrasil com a Valmont (Valley, Nebraska, USA).

Figura 9. Autoridades presentes à solenidade de inauguração do primeiro pivô central fabricado no Brasil, na Fazenda Santa Isabel, município de Brotas/SP, dentre os quais o sócio fundador da Asbrasil S/A, sr. Juergen Liesler Kiep, e o Ministro da Agricultura (Alysson Paolinelli).

3.4 A situação atual da indústria de equipamentos para irrigação no Brasil – Alguns aspectos setoriais

Analisando-se o conjunto de informações relativas ao histórico de desenvolvimento da indústria de equipamentos para irrigação no país, pode-se concluir que o setor tem passado por uma longa curva de aprendizagem em sua evolução histórica, sendo hoje caracterizada pela expressiva presença das principais empresas multinacionais líderes do setor, com unidades de fabricação e distribuição no país, ao lado de tradicionais empresas nacionais, fornecedores de insumos, componentes, partes e peças, sistemas completos de todos os segmentos, o que permite rápida capacidade de reação à estímulos ao investimento advindos do eventual aumento da demanda do mercado.

Da mesma forma, as empresas aqui estabelecidas apresentam crescentes atividades de exportação para o Mercosul, América Latina, África e outros países, em vários casos integrando ativamente a cadeia de abastecimento entre subsidiárias e empresa matriz.

A quase totalidade das empresas fabricantes de equipamentos para irrigação sediadas no país, presentemente organiza-se através da Câmara Setorial de Equipamentos para Irrigação (CSEI), da Associação Brasileira de Máquinas e Equipamentos (Abimaq), incluindo fabricantes e empresas da cadeia de produção dos diversos sistemas de irrigação pressurizados existentes no mercado, seus conjuntos completos, componentes, acessórios, partes e peças.

Figura 10. Diversidade de equipamentos e sistemas para irrigação pressurizada disponíveis no país, dentre os quais a aspersão, carretel enrolador, pivô central e irrigação localizada por gotejamento.

O mercado estimado para os equipamentos de irrigação pressurizados no país em 2019 foi da ordem de R$ 1,8 bilhões, compreendendo os fabricantes de sistemas de irrigação por aspersão convencional, carretel enrolador, pivô central, irrigação localizada por microaspersão e gotejamento, além dos fornecedores de motobombas, tubulações de PVC e metálicas, conexões, acessórios tais como filtros, válvulas hidráulicas, painéis e componentes elétricos e equipamentos para automação.

A CSEI/Abimaq é composta por 48 empresas associadas, que representam aproximadamente 90 % do mercado de equipamentos para irrigação pressurizada, gerando cerca de 6.000 empregos diretos e 12.000 indiretos, considerando-se suas unidades fabris, rede de distribuição, projetistas e instaladores de projetos.

Segundo levantamento da CSEI, ao final do ano de 2020, a estimativa da área irrigada no país foi de 6,48 milhões de hectares, devendo considerar-se que esse valor não capta

variações relacionadas às atividades de empresas não associadas (da ordem de 10 % do total), bem como variações nas áreas irrigadas por sistemas de irrigação por superfície (inundação e sulcos de infiltração).

Tabela 1. Evolução anual das áreas irrigadas por tipo de sistema de irrigação pressurizada entre 2000 e 2006, segundo levantamento da CSEI/Abimaq.

	Área total irrigada por ano (ha)						
Tipo	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**
Pivô Central	47.320	50.540	57.820	59.500	47.600	26.600	17.500
Carretel	25.000	29.000	30.000	30.000	22.500	21.000	30.000
Convencional	16.200	15.300	14.650	17.500	15.000	15.000	15.000
Localizada	30.000	33.000	37.000	40.000	38.000	35.000	30.000
Total (ha ano^{-1})	118.520	127.840	139.470	147.000	123.100	97.600	92.500
Área totalizada	3.068.480	3.196.320	3.335.790	3.482.790	3.605.890	3.703.490	3.795.990

[1] Histórico até 1999: 2.949.960 ha.

Tabela 2. Evolução anual das áreas irrigadas por tipo de sistema de irrigação pressurizada entre 2007 e 2013, segundo levantamento da CSEI/Abimaq.

	Área total irrigada por ano (ha)						
Tipo	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**
Pivô Central	19.600	49.000	49.500	52.000	57.750	84.000	126.000
Carretel	30.000	30.000	25.000	30.000	32.500	32.500	32.500
Convencional	16.500	20.000	17.000	25.000	29.500	35.400	40.710
Localizada	40.000	47.000	40.000	50.000	56.000	60.480	72.576
Total (ha ano^{-1})	106.100	146.000	131.500	157.000	175.750	212.380	271.786
Área totalizada	3.902.090	4.048.090	4.179.590	4.336.590	4.512.340	4.724.720	4.996.506

Tabela 3. Evolução anual das áreas irrigadas por tipo de sistema de irrigação pressurizada entre 2014 e 2020, segundo levantamento da CSEI/Abimaq.

	Área total irrigada por ano (ha)						
Tipo	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
Pivô Central	102.000	78.000	91.000	94.000	92.000	97.500	117.000
Carretel	10.500	6.000	18.000	14.000	13.750	12.500	16.250
Convencional	28.497	28.000	31.000	31.000	31.000	31.000	37.200
Localizada	79.834	75.000	75.000	64.000	64.000	68.500	78.775
Total (ha ano^{-1})	220.831	187.000	215.000	203.000	200.750	209.500	249.225
Área totalizada	5.217.337	5.404.337	5.619.337	5.822.337	6.023.087	6.232.587	6.481.812
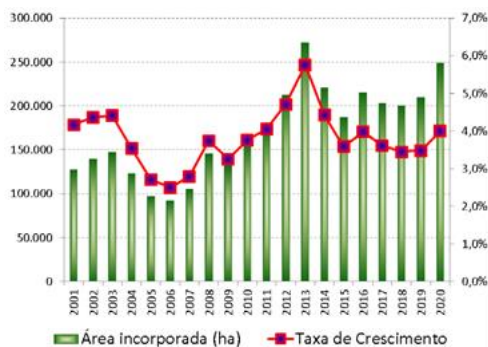
Figura 11. Taxa de crescimento anual das áreas irrigadas por tipo de sistema de irrigação pressurizada entre 2000 e 2020, segundo levantamento da CSEI/Abimaq.

Analisando-se o potencial de desenvolvimento da agricultura irrigada no país, a partir dos elementos disponíveis em diversas publicações a esse respeito, pode-se afirmar que o Brasil ainda está por explorar seu verdadeiro potencial em termos de áreas a serem irrigadas no futuro.

As taxas de crescimento verificadas, através dos levantamentos da CSEI/Abimaq, baseados nas vendas de equipamentos para irrigação pressurizada, da ordem de 3.5 % ao ano, são bastante tímidas face ao potencial existente, sendo que no ritmo atual esse potencial somente seria atingido em inúmeras décadas.

Do ponto de vista da indústria nacional, existe tecnologia compatível com aquelas de maior nível tecnológico e qualidade disponíveis no mercado internacional, seja Estados Unidos, Israel, Europa ou Ásia.

O Brasil dispõe de toda a gama de fabricantes e distribuidores de equipamentos, componentes e acessórios para o desenvolvimento de projetos de irrigação de última geração, inclusive todos os recursos de digitalização para otimização dos processos de manejo e gestão do uso de água e demais recursos.

Da mesma forma, a capacidade industrial instalada atualmente no país, associada ao rápido poder de reação da maioria das empresas aqui sediadas, no caso de necessidade de ampliação de suas unidades fabris, nos permitem afirmar que estamos preparados para suportar sem dificuldades o desenvolvimento da agricultura irrigada no país em maior escala, no caso de superarmos os entraves atuais de várias ordens, e avançarmos de forma mais acelerada em anos futuros.

3.5 Novos paradigmas e desafios da indústria de equipamentos para irrigação com vistas ao desenvolvimento sustentável

Se é fato que ao longo das últimas décadas, conforme demonstrado anteriormente, a indústria de equipamentos para irrigação desenvolveu-se e adquiriu maturidade para atender um mercado bastante instável e complexo em sua diversidade, cabe destacar os novos paradigmas que se apresentam, principalmente relacionados à acelerada adoção de tecnologias digitais no campo, no contexto das transformações de mercado que demandam ampliação da proposta de valor por parte dessa indústria, para além do simples suprimento de produtos de qualidade.

Dessa forma, a parte da fabricação de equipamentos como atividade essencial, as empresas do setor buscam cada vez mais de aprimorar seu atendimento em todos os aspectos do negócio, incluindo questões tecnológicas, logísticas, comerciais, de capacitação, assistência técnica, inteligência e comunicação com o mercado, inovação e prestação de serviços.

De forma um pouco mais detalhada, abaixo estão relacionadas algumas dessas áreas de conhecimento cujos processos precisam ser cada vez melhor atendidos e ampliados: (i) tecnologia/ processos produção/ desenvolvimento produtos/ engenharia aplicação/ inovação/ rede distribuição/ atendimento ao cliente, (ii) logística/ gestão da qualidade/ normalização e certificação/ gestão fiscal, contábil, financeira, operações, (iii) garantia / assistência técnica/ recursos humanos/ capacitação/ prestação de serviços/ soluções locais e customizadas/ suporte agro técnico, (iv) projetos "chave em mãos" / Manejo da irrigação/ automação/ fertirrigação/ mecanismos de financiamento/ soluções financeiras criativas, (v) estímulo à colaboração com universidades/ institutos de pesquisa/ empresas privadas – trabalho em rede/ órgãos oficiais na busca de soluções inovadoras para a agricultura irrigada, e (vi) soluções via plataformas digitais/ integração/ cooperação/ incorporação *startups* e *agtechs*.

Os indicadores disponíveis nos levam a crer que o processo de digitalização do agronegócio brasileiro, atualmente em curso, e que obviamente inclui o setor de equipamentos para irrigação, seguirá crescendo de forma consistente ainda que com as limitações de conectividade e infraestrutura atualmente observadas no campo.

Figura 12. Central de controle e monitoramento da irrigação e fertirrigação totalmente automatizado e digitalizado, instalado em sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial em cultura de cana-de-açúcar para alta produtividade e redução de custos de produção, em operação em empresa do setor sucroenergético no noroeste do estado de São Paulo.

Paralelamente a essas questões inerentes aos aspectos do próprio negócio, a indústria de equipamentos para irrigação, na forma de sua melhor organização e representação setorial, deverá cumprir seu papel de articulação institucional junto aos organismos oficiais, órgãos públicos, entidades privadas em suas mais variadas formas, visando enfrentar os gargalos existentes para a ampliação das áreas irrigadas, dentre os quais uma série de aspectos legais e normativos relacionados ao licenciamento ambiental, processos de outorga e reserva de água para uso na propriedade rural, disponibilidade e qualidade da energia elétrica rural, disponibilidade e acesso à linhas de crédito para financiamento dos investimentos em infraestrutura e equipamentos para irrigação, aspectos culturais relacionados à visão do agricultor pela sociedade, especialmente quando se trata de agricultor irrigante, formação e atualização de mão-de-obra qualificada, suporte de assistência técnica e extensão para a agricultura irrigada, entre tantos outros.

No que se refere à oferta da indústria de equipamentos para irrigação e seu alinhamento com as questões ambientais e de sustentabilidade, aspectos estes atualmente indispensáveis à própria manutenção da atividade no longo prazo, deve-se uma vez mais reafirmar a contínua evolução observada nos produtos e aplicações oferecidas, sempre na direção dos ganhos contínuos de eficiência no uso de água, energia e demais insumos ao longo do tempo.

Exemplos práticos dessa nova realidade são os equipamentos, sistemas, plataformas e soluções na nuvem para manejo e gestão da irrigação, fertirrigação e quimigação disponíveis no mercado, com base nas tecnologias digitais (hardware e software) para sensoriamento, monitoramento, imageamento, controle e supervisão da aplicação de água e fertilizantes de forma racional e eficiente pelo agricultor.

3.6 Considerações finais

O presente texto tem como principal objetivo apresentar, de forma bastante sintética e simplificada, o histórico do desenvolvimento da indústria de equipamentos para irrigação no Brasil, notadamente ao longo das últimas sete décadas.

Cabe uma vez mais destacar o fato de que praticamente inexiste pesquisa ou literatura científica publicada relacionada ao tema no país, de forma que fica registrado seu caráter meramente informativo e desprovido de rigor científico e metodológico.

À parte de trazer tais elementos históricos para o conhecimento e a reflexão de todos, fica patente o sucesso da trajetória de industrialização desse segmento da nossa economia, que tem participado continuamente no suporte ao desenvolvimento da agricultura irrigada no país ao longo dos anos.

À despeito das dificuldades e limitações de toda ordem, seus erros e acertos ao longo dessa trajetória (que seguramente foram muitos...), essa diversificada indústria consolidou-se e encontra-se viva, vibrante e disponível para assumir suas responsabilidades no desenvolvimento do agronegócio do Brasil.

No momento atual de protagonismo crescente do país no cenário internacional, entende-se que o papel da indústria de equipamentos para irrigação é apresentar-se e tomar para si a responsabilidade de contribuir para o desenvolvimento de uma agricultura irrigada cada vez mais produtiva e sustentável, com base no uso eficiente dos recursos naturais e insumos para a produção agrícola, através de práticas e tecnologias que garantam redução no custo de produção e elevadas produtividades, com benefícios econômicos, ambientais e sociais para o setor e para a sociedade como um todo.

Referências

BARTH, C.A. Fotografias de acervo próprio. 2020.

DANGOTAS IRRIGAÇÃO LTDA. Catálogo técnico. 2021. Disponível em: https://consultas.plus/lista-de-empresas/sao-paulo/barueri/47342209000105-dangotas-irrigacao-ltda/. Acesso em: 12 abr. 2021.

FERNANDES, C.; RODRIGUEZ, F.A.; CASTILLA, H.R.; VALÉRIO, M.A. A Irrigação no Brasil: Situação e Diretrizes. In: RODRIGUEZ, F.A. (Coord.). Brasília, **Ministério da Integração Nacional**, 2008.

MADER, S. Center pivot irrigation revolutionizes agriculture. **The Fence Post**, 2010. Disponível em: https://www.thefencepost.com/news/center-pivot-irrigation-revolutionizes-agriculture/. Acesso em: 2 dez. 2020.

MARCHI, C.E. **Compilação de dados das empresas associadas da câmara setorial de irrigação**. CSEI/ ABIMAQ, 2019.

MENDES, A.A.T. O desenvolvimento da agricultura irrigada sob a ótica da indústria. In: RODRIGUES, L.N.; ZACCARIA, D. **Agricultura Irrigada Um breve olhar.** Fortaleza: Inovagri, p.319-323, 2020. E-book. Capítulo XLI. Disponível em: https://inovagri.org.br/publicacoes-e-projetos/. Acesso em: 2 dez. 2020.

MENDES, A.A.T. O novo papel da indústria de equipamentos na agricultura irrigada sustentável. In: RODRIGUES, L.N.; ZACCARIA, D. **Agricultura Irrigada Um breve olhar**. Fortaleza: Inovagri, p.59-63, 2020. E-book. Capítulo V. Disponível em: https://inovagri.org.br/publicacoes-e-projetos/. Acesso em: 2 dez. 2020.

NAANDANJAIN IRRIGATION SYSTEMS LTD. Fotografias de acervo próprio. 2020.

RODRIGUES, F.A. Fotografias de acervo próprio. 2020.

RODRIGUEZ, F.A. **Contribuição à História da Irrigação no Brasil** (versão preliminar, em elaboração), Brasília, 2020.

SPLINTER, W.E. Center-Pivot Irrigation**. Scientific American**, v.234, n.6, p.90-99, junho 1976. Disponível em: https://www.scientificamerican.com/article/center-pivot-irrigation/. Acesso em: 2 dez. 2020.

VALMONT. História da irrigação e dos 48 anos da Valmont no Brasil. **Revista IRRIGAÇÃO E TECNOLOGIA MODERNA** - Irrigação e Tecnologia Moderna, Brasília, v.54, p.37-39, 2002.

CAPÍTULO 4

4 EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA DA INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS DE IRRIGAÇÃO POR PIVÔ CENTRAL E LINEAR NO BRASIL, COM ÊNFASE NOS EMISSORES E REGULADORES DE PRESSÃO

Claudio Tomazela

Resumo

O uso de emissores e de reguladores de pressão nos sistemas de irrigação pivô central e linear, no Brasil, teve sua introdução com a indústria de equipamentos no ano de 1979, quando a Asbrasil Aspersão do Brasil SA, fez uso dos emissores do tipo impacto e de válvulas reguladoras de fabricação própria. Em 1981, foi a vez da Carborundum Sistemas de Irrigação trazer seus equipamentos fazendo uso dos emissores do tipo Spray e reguladores de pressão, ambos de fabricação própria, por não serem permitidas importações de produtos para irrigação à época. A partir destas duas empresas, motivados por programas governamentais voltados a divulgação do uso da irrigação, outras empresas como Dantas, MTU, etc. seguiram o mesmo caminho, fazendo uso de emissores de impacto. Por volta de 1984, em acordo com a Carborundum, entrou nesse mercado a empresa Fabrimar Irrigação, que mais tarde passou a ser fornecedora de seus produtos a praticamente todas as empresas fabricantes de equipamentos. Em 1986, houve uma alteração no cenário, motivados pela possibilidade de importação desses produtos, em que a Asbrasil e Fockink passaram a trabalhar com os emissores tipo Spray da Senninger Irrigation e a Carborundum com os emissores tipo Spray, da Nelson Irrigation, ambas empresas americanas, resultando assim em um avanço na qualidade e eficiência dos produtos, abrindo um longo caminho de evolução de tecnologias, cada vez mais eficientes, resultando em economia de água e de energia. A partir de 2003, com o estabelecimento da Senninger Brasil, introduzindo no mercado os emissores oscilantes do tipo wobbler, além dos sprays e demais produtos, houve uma divisão no mercado entre Fabrimar e Senninger e a grande maioria dos fabricantes como Valley (antiga Asbrasil), Lindsay (antiga Carborundum), Fockink, Krebs, Bauer, Irrigabrás, etc., passaram a fazer uso dos produtos Senninger, como padrão em seus equipamentos. Por outro lado, a Nelson Irrigation em 2015, decidiu também se estabelecer no mercado brasileiro, como Nelson Brasil, ampliando assim o leque de opções de novas tecnologias, trazendo definitivamente a tecnologia dos emissores do tipo rotativo (rotator), bem como os sprays e oscilantes como o orbitor, além de outros produtos de sua fabricação, a atender aos fabricantes, revendas e cliente final. A partir de 2018, o mercado de irrigação no Brasil, passou a ter como mais uma opção em termos de emissores do tipo oscilante e de reguladores de pressão, a empresa Komet Innovative, trazendo seus produtos diretamente da Europa, e disponibilizando às empresas de equipamentos de irrigação brasileira os produtos de sua linha de fabricação.

4.1 Introdução

A irrigação por aspersão no Brasil, com o uso dos sistemas mecanizados de movimento contínuo radial (Pivô Central) e movimento contínuo linear (lateral móvel), teve praticamente seu início no ano de 1979 quando a empresa Asbrasil Aspersão do Brasil S/A, com sede em São Bernardo do Campo (SP), em parceria com a Valmatic, ligada a Valmont do estado de Nebraska-USA, implantou seu primeiro sistema pivô central na fazenda do grupo Almeida Prado no município de Brotas, estado de São Paulo.

Este pivô central de irrigação teve, como dispositivos para a distribuição de água e controle de pressões, os emissores do tipo impacto nos modelos ZE30 e ZE30D das Asbrasil (Figuras 1 e 2). Os reguladores de pressão eram de 28 mca (40 psi), fabricados pela própria Asbrasil. Vale lembrar que uma das funções esperada pelo cliente àquela época era além da irrigação, fazer uso da aplicação de dejetos da indústria leiteira (chorume).

Figura 1. Emissores modelos ZE30 e ZE30 D.

Figura 2. Pivô central Valmatic, com emissores de impacto ZE e ZED 30.

A ASBRASIL seguiu por um período utilizando os emissores ZED30 e ZED30 e, em 1980, devido a proibição de importação de produtos, passou a injetar os emissores do tipo *spray* em parceria com Sr. Ângelo Grassi, baseado nos padrões Valley e formato em V (Figura 3) e com reguladores de pressão plásticas (Figura 4) em pressões relativamente baixas.
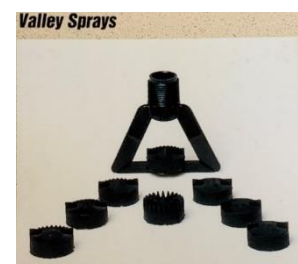
Figura 3. *Sprays* em formato V, da Valley.

Figura 4. Reguladores pressão Valmatic de 14, 21 e 4,2 mca (20, 30 e 6 psi).

Nos anos de 1980 e 1982, foi lançado o que podemos classificar de primeiro pacote governamental voltado a estimular o uso de irrigação nas lavouras, motivados por umacrise no setor de abastecimento de produtos básicos que desapareceram das prateleiras, como no caso do feijão, tendo sido criado o programa Pró-Feijão (semeadura de feijão irrigado), no Governo do estado de São Paulo por intermédio da Secretaria da Agricultura e Abastecimento.

Na época, o carro forte das empresas de equipamentos de irrigação eram os sistemas com emissores do tipo canhão, instalados em estruturas denominadas autopropelido, tracionados basicamente pela movimentação de turbinas hidráulicas que em movimento arrastavam através de cabos de aço, as bases ou carrinhos onde eraminstalados os emissores.

Foram envolvidos vários órgãos do governo do estado de São Paulo, para possibilitar o desenvolvimento desse pacote, incluindo-se as Casas de Agricultura do estado (CATI), via Secretaria de Agricultura, a Companhia de Energia de São Paulo (CESP), o Departamento de Águas e Esgoto (DAEE), o Instituto Agronômico de Campinas (IAC) o Banco do Estado de São Paulo (Banespa) e as empresas fabricantes de equipamentos, quando foram feitos vários treinamentos técnicos visando avaliar e aprimorar os conhecimentos do processo de irrigação.

Logo em seguida, foram lançados outros programas mais abrangentes para maiores áreas irrigadas e contemplados os sistemas mecanizados como pivô central e posteriormente os lineares. Tais programas foram o Prodecer (programa de desenvolvimento da agricultura do Cerrado), Profir (programa de financiamento da agricultura irrigada) sendo este com alguma dificuldade inicial devido a problemas de disponibilidades de energia elétrica (falta ou de qualidade abaixo da necessária a energizar os motores de irrigação), Proni (Programa nacional de irrigação), Proine (Programa de desenvolvimento da irrigação no Nordeste). Com estes novos programas em andamento, várias empresas fabricantes se dispuseram a entrar neste mercado,algumas com sucesso até hoje e outras nem tanto, saindo deste mercado logo em seguida. Nos anos de 1985 a 1988, com um "boom" da irrigação, pudemos ter uma gama muito grande de potenciais empresas fabricantes de equipamentos, algumas já trabalhando nessa área e outras apenas se aventurando a um mercado não tão familiar. Temos alguns exemplos que podem ser citados como Irrigabrás, Dantas, MTU/Ederer, Esco, Delpi (Círculo Verde), Brasilit Rural, Cielt, Linbrás, Hidropower, Zanello, Enermaq, Irriganor, Companhia Brasil Rural (CBR), Nebraska, Asperbrás, Romera Simon, Irrisolo, Nevada, Irriga Mastir, Geraluz, Pivomec, Irriga Plus, Bauer Metasa, Bauer, Carborundum, entre outras.

A grande maioria dessas empresas fazia uso dos emissores e reguladores de pressão da Fabrimar, em suas mais recentes versões de produtos e umas poucas, trabalhavam com produtos da Nelson Irrigation Inc., da cidade de Walla, estado de Washington-USA e da Senninger Irrigation Inc., originalmente da cidade de Orlando, estado da Flórida-USA e depois mudando-se em 2006 para a cidade de Clérmont, no mesmo estado, ambos tradicionais fabricantes de dispositivos de controle de pressão e distribuição de água em sistemas

mecanizados, com emissores nos modelos *spray*, rotativo ou o oscilante e reguladores de pressão dos mais variados tipos e modelos e desempenhos operacionais.

Como dito anteriormente, muitas dessas empresas saíram do mercado e algumas outras mudaram de nome tendo sido adquiridas em parte ou no todo por empresas estrangeiras como são os casos da Valley/Valmont, Carborundum/ Linbras/ Hidropwer /Lindsay. Os dispositivos de aplicação e distribuição de água e regularização da pressão como emissores e reguladores de pressão são basicamente das marcas, Fabrimar (a maioria delas), Senninger e Nelson. Atualmente a situação é completamente diferente. A Fabrimar foi vendida para a Tigre e por ora deixou de fabricar produtos para irrigação em sistemas pivô central e linear. Continuam no mercado empresas como Senninger e Nelson, já com estruturas de distribuição no Brasil e Komet, uma empresa mais recente a atender a esse mercado e por ora fazendo importações diretamente da Áustria.

A Asbrasil, entre os anos de 1986 e 1988, passou a trabalhar com os produtos da Senninger em seus sistemas mecanizados de aspersão e, mesmo depois de adquirida totalmente pela empresa Valmont em 2018, continua tendo em seu portifólio toda a gama de produtos da linha Senninger, além de também trabalhar com produtos de mesma finalidade, da Nelson. Mais recentemente, também com produtos da Komet.

Os primeiros sistemas de irrigação pivô central da Carborundum, foram com emissores do tipo impacto, Sagra AJ-25 A2, em alumínio e fabricado pela Samoto (Santo Amaro Motores Agrícolas Ltda), sendo o primeiro deles na Fazenda Itamarati de propriedade do Sr. Olacyr de Moraes (Figura 5).

Figura 5. Pivô central, Fazenda Itamarati.

Como não era permitida a importação de produtos para irrigação, a Carborundum foi em busca de um molde para os reguladores de pressão, que por ser muito caro, levou a empresa a buscar uma ferramentaria na cidade de Vinhedo, fabricando seus próprios reguladores de pressão em modelos "similares" ao desenho de um dos modelos da Nelson.

Cada regulador era testado na fábrica quanto as pressões de entrada e saída dos mesmos, para diferentes composições de bocais.

Para os dois seguintes pivôs fabricados pela Carborundum, instalados na cidade de Bragança Paulista em uma propriedade agrícola que cultivava batata (Fazenda Baroneza), foram utilizados os mesmos modelos de emissor tipo impacto da Samoto (Figura 6) e desta vez com outro modelo de regulador de pressão, em plástico, fabricado por outra terceirizada.

Figura 6. Emissor Samoto

Um passo seguinte foi o desenvolvimento de um modelo de aspersor tipo *spray* fixo (Figura 7), também em plástico com desenho "similar" ao super *spray* da Senninger, que foi desenvolvido pela Carborundum e instalados nos sistemas pivô central fabricados e comercializados, dessa data em diante.

Figura 7. Spray fixo Carborundum

Devido a uma série de dificuldades encontradas na fabricação de seus próprios emissores e reguladores de pressão, logo no ano de 1986, a Carborundum fechou um acordo com a empresa Fabrimar Produtos para Irrigação, localizada na Pavuna, estado do Rio de Janeiro e seguiu por vários anos trabalhando nos mais diferentes moldes, tanto dos reguladores de pressão quanto dos emissores tipo *spray* com diferentes placas defletoras, buscando melhorar a performance dos mesmos.

Durante esse período de desenvolvimento de produtos, vários problemas ocorreram, principalmente com os reguladores de pressão, como quebras em função das elevadas pressões de operação aplicada aos equipamentos pivô central. Os pivôs eram, na verdade, dimensionados com tubulação aérea de diâmetro interno de 162 mm (65/8") com elevadas perdas de pressão, nos comprimentos necessários aos tamanhos de equipamentos utilizados no Brasil.

No ano de 1988, após todas as frustrações citadas, a Carborundum passou a uma segunda fase com a colocação em seus sistemas pivô central e linear, dos produtos da linha Nelson. Daí em diante, vieram os mais variados tipos de produtos para atender a demanda solicitada pela Carborundum. Esse processo todo de importação era feito pela própria Carborundum até quando a mesma, no ano de 1997, deixou de fabricar os sistemas mecanizados de aspersão.

A saída da Carborundum do mercado, resultou em uma nova empresa, a Linbrás, com sede no município de Valinhos-SP, que continuou importando produtos da Nelson por um período de aproximadamente dois anos, até os custos tornarem inviáveis as importações e a manutenção da estrutura da empresa no Brasil. A Linbrás vendeu a parte referente à produção de sistemas mecanizados à Jimenez de Piedade, que passou a se chamar Hidropower. Como a Jimenez já detinha o comodato de uso das máquinas da Carborundum há pelo menos um ano, a Lindsay Irrigation, decidiu comprá-las e transferiu as mesmas e todas suas atividades, no ano de 2002, ao município de Mogi Mirim-SP, já tendo sua própria estrutura denominada de Lindsay América do Sul (Figura 8) onde se encontra até os dias atuais.

Figura 8. Catálogo pivô Lindsay.

As importações dos produtos Nelson via Lindsay América do Sul eram feitas diretamente da Lindsay Americana, mesmo havendo uma revenda em Valinhos (Stock Irrigação) que trabalhava com produtos Nelson (Agricultura) e Hunter (Paisagismo e Campos de Golfe) atendendo diretamente as revendas de irrigação.

Este procedimento caminhou até por volta do ano de 2008 e 2009, quando a Lindsay passou a adquirir também produtos diretamente da Senninger Brasil, estabelecida na cidade de Holambra-SP devido a comodidade, proximidade e de um trabalho desenvolvido pela própria Senninger BRASIL junto aos fabricantes de equipamentos pivô central e linear, fazendo com que o mercado de emissores e reguladores de pressão para os sistemas de irrigação pivô central e linear, mudasse de comportamento até que todas as empresas fabricantes passassem a trabalhar com todas as marcas de produtos, de acordo com as solicitações dos clientes e revendas e consultores.

Em 1983, a empresa MTU Motores Diesel - Ederer Equipamentos para Irrigação – (Figura 9), localizada na Via Anhanguera, km 29, município de São Paulo, iniciou a fabricação de sistemas pivô central no Brasil, com tecnologia da empresa americana Reinke Manufacturing Company, do estado de Nebraska-USA, fazendo uso dos emissores A251 e A252, em latão e reguladores de pressão, ambos da Fabrimar produtos para irrigação.

Figura 9. Pivô Ederer.

No ano de 1984, a empresa Dantas Indústria e Comércio, localizada no município de Barueri-SP (Figura 10), através de seu proprietário Manoel Dantas, adquiriu duas unidades de sistemas pivô central da Carborundum e começou a fabricar seu próprio equipamento, fazendo uso de reguladores de pressão marca Bermad que mais tarde seria desenvolvida em mesmo formato pela Adrimon, empresa que já fabricava os reguladores para uso na irrigação localizada da Dantas.

Figura 10. Catálogo pivô Dan Matic.

Utilizava também os emissores tipo impacto da Fabrimar A252 e Dantas MD 20.A, além do *spray* fixo Adrimon. Esses também com mesmo *design* dos emissores super spray da Senninger. A Dantas encerrou suas atividades no mercado de irrigação nos anos de 1990/1991.

Tivemos ainda, no anode 1985, as empresas Krebsfer Irrigação, de Valinhos-SP e a Irrigabrás Irrigação, de Barueri-SP (Figura 11) que também desenvolveram seus sistemas pivô central, semelhantes aos fabricados pela empresa Reinke Manufacturing Company dos Estados Unidos, fazendo uso de emissores do tipo Spray fixo e de reguladores de pressão, ambos da Fabrimar Produtos para Irrigação.

Figura 11. Catálogo pivôs Krebs e Irrigabrás.

Temos também a Fockink Indústrias Elétricas (Figura 12), localizada no município de Panambi-RS, que foi revenda dos produtos Valmatic por um período não maior que dois anos e, instalou no ano de 1985 seus dois primeiros sistemasde irrigação pivô central de 150 hectares cada um, em umapropriedade das Sementes Maggi Ltda, no município de Rondonópolis-MT. Em 1988 já passou a desenvolver e comercializar seus próprios pivôs centrais fazendo uso dos emissores e reguladores de pressão Fabrimar de 14 mca (20 psi), posicionados sobre a tubulação aérea dos equipamentos.

Figura 12. Catálogo pivô Fockink.

Nos anos de 1990 em diante, a Fockink passou a trabalhar em seus pivôs com os reguladores de pressão, modelos LF e MF e com emissores fixos do tipo super *spray* da Senninger (Figura 13), sendo originalmente trazidos diretamente dos Estados Unidos por intermediação do Sr. James Skolnik e depois via Irrigation Components International (ICI), com o Sr. John McCabe.

Com o estabelecimento da Senninger Brasil, passaram a trabalhar diretamente via Brasil, no que se referia a emissores e reguladores de pressão e, continuam trabalhando com produtos Senninger e também Nelson (via Nelson Brasil) e Komet, em algumas importações. A Fockink foi a primeira empresa fabricante de sistemas pivô central a utilizar, no Brasil, os emissores oscilantes modelo i-Wobbler da Senninger, em seus equipamentos.

Figura 13. Catálogo emissores Senninger.

Além dessas empresas, há outras várias que entraram no mercado, fazendo uso dos mesmos modelos de emissores e reguladores de pressão disponíveis, fossem eles, Fabrimar, Senninger ou Nelson. Como dito anteriormente, a maioria dessas empresas fabricantes de sistemas mecanizados nem estão mais no mercado e, portanto, não serão citadas neste capítulo.

4.2 Empresas fabricantes de emissores e reguladores de pressão

4.2.1 Fabrimar produtos para irrigação

O Primeiro modelo de emissores para agricultura, da Fabrimar (Sede na Pavuna, estado do Rio de Janeiro) foi lançado ao mercado no ano de 1984. Em 1986, foram lançados o primeiro aspersor tipo fixo (*spray* AF1) para pivô central e os reguladores de pressão RP (Figura 14). O AF1, era "similar" a geração *spray* I da Nelson e apresentou sérios problemas de quebra. Os bocais eram em latão e com *o´ring* para vedação. O regulador era o modelo RP1 o qual também apresentou problemas de quebra.

Figura 14. Emissor AF1 e regulador RP da Fabrimar.

Devido aos problemas com quebras apresentadas, em 1989 a Fabrimar lançou ao mercado um novo modelo de regulador de pressão, o RP2 (Figura 15)**,** com mudanças drásticas em que foram alterados os corpos de entrada e de saída, ficando com uma área de passagem maior. Esses reguladores de pressão, em conjunto com os emissores AF1, passaram a serem instalados em tubos pendurais para minimização de potenciais perdas devido ao arraste pelo vento.

Figura 15. Detalhamento do regulador RP2 e emissor AF1 Fabrimar.

No mesmo ano de 1991, foi lançado ao mercado o aspersor modelo AF2 (Figura 16), mais compacto e com bocal termoplástico e engate tipo rosca. Tanto os bocais quanto as placas eram pretos.

Figura 16. Foto emissor AF2 Fabrimar.

Em 1995, a Fabrimar lançou ao mercado o modelo de aspersor AF3, com bocais coloridos e também o regulador de pressão modelo RP3 (EXACT) verde e preto e com alguns reforços, porém ainda fazendo uso de seis parafusos para a montagem dos corpos de entrada e saída, bem como o modelo REFIX, ou seja, aspersor fixo regulado com regulador e aspersor em uma mesma unidade (Figura 17).

Figura 17. Conjunto ASFIX AF4 e regulador RP3 Fabrimar.

Por volta do ano de 2004, os reguladores novos eram da geração RP4, sem parafusos e foi também lançado o modelo Asfix AF4 (regulador e aspersor em uma única unidade), com bocal do tipo baioneta. Paralelamente, foram lançados os modelos de placas rotativas (Figura 18).

Figura 18. Emissor ASFIX 4 e placas rotativas da Fabrimar.

Em seguida, no ano de 2005, foi lançado ao mercado o modelo de regulador de pressão RP5, o qual teve o corpo de saída reforçado, para evitar quebras.

4.2.2 Senninger Irrigation Inc.

A Senninger Irrigation, Inc. (Sede em Clérmont, estado da Flórida-USA), foi a primeira empresa estrangeira, do gênero, a se estabelecer no mercado brasileiro no ano de 2003, em Holambra-SP, com a denominação de Senninger Irrigação do Brasil Ltda., com uma estrutura de importação, montagem e distribuição definida e, depois, no ano de 2010, foi transferida ao município de Jaguariúna-SP.

Por ter sido a primeira a se estabelecer e estar há mais tempo no Brasil, hoje detém uma fatia de mercado mais avantajada em relação a seus concorrentes.

O portifólio da empresa para esse mercado está baseado em emissores da linha Wobbler (i-Wobbler e Xi-Wobbbler), Quad Spray, Lepa Shroud, Super Spray, LDN círculo total com uma, duas ou três placas defletoras, LDN círculo parcial, Fan Spray, End Spray, Xcel Wobbler, emissor do tipo impacto Pivot Master e reguladores de pressão nos modelos PRL (4 a 31,6 mca), PSR2 (4 a 35 mca) e MF (4 a 42 mca), para os mais diversos usos em projetos de irrigação.

Em 1963, nos Estados Unidos da América, iniciou suas atividades em irrigação tendo como seu primeiro produto um emissor de impacto à prova de insetos (Figura 19), para atender as necessidades próprias e dos vizinhos produtores de citros na Flórida. Em 1969, desenvolveu os sistemas com bocais coloridos para fácil identificação e que se tornou padrão dentro da indústria dos emissores de irrigação.

Figura 19. Emissor de impacto da Senninger lançado em 1963.

No ano de 1979, introduziu no mercado o aspersor super *spray* (Figura 20), sendo o primeiro modelo de aspersor da Senninger a entrar no mercado brasileiro no ano de 1986 e que ainda há grande utilidade junto aos clientes irrigantes com pivô central e linear, nos mais variados modelos de placas defletoras (planas, côncavas e convexas), lisas ou estriadas (24, 36 e 48 estrias).

Figura 20. Emissor super *spray* da Senninger.

Em 1980 lançou o aspersor tipo Wobbler (Figura 21), que foi o precursor do hoje tão divulgado no mercado brasileiro, i-Wobbler e originalmente projetado para aspersão convencional e disponibilizado ao mercado de pivô central e linear, para ser instalado na parte aérea do equipamento. Como apresentou problemas com vibração, foi desenvolvida entre 1995 e 1996, uma estrutura em tubo de PVC formando um "looping" de maneira que o aspersor pudesse ser instalado em tubos pendurais, mesmo que a posição de instalação no campo fosse em pé ("upright position") e ainda em tubos flexíveis.

Figura 21. Emissor Wobbler da Senninger.

Para o mercado brasileiro, este modelo de aspersor foi utilizado pela primeira vez no ano de 1996, em alguns sistemas pivô central, no distrito de Mimoso do Oeste, Barreiras-BA pela Fockink Irrigação, através de sua revenda local a Raizel Irrigação.

Em 1997, após ter sido aperfeiçoado pela Senninger, esse tipo de aspersor passou a trabalhar de maneira invertida, com a denominação de i-Wobbler (Figura 22) e fazia uso de tubos pendurais em mangueira flexível (pelo menos sessenta e dois centímetros de mangueira), por apresentar vibração em sua operacionalidade fora de centro ("*off center*").

Figura 22. Emissor i-Wobbler da Senninger.

Para isso, era necessário o uso de um contrapeso na parte superior para manter o emissor paralelo a cultura e solo. Também foi na Bahia o lugar em que foram instaladas as primeiras unidades desse novo modelo de emissor, pela mesma Raizel Irrigação.

Houve uma evolução muito grande nos emissores i-Wob. Originalmente, os contrapesos eram em tubos de PE ou PVC instalados logo acima dos emissores (externamente aos tubos pendurais ou fixado aos mesmos) e, depois passaram a serem instalados logo abaixo, com diferentes materiais de fabricação, formas e pesos.

Figura 23. Inovações no emissor i-Wobbler da Senninger.

Foi do "Zammac" (one weight) aos plásticos com peso especial internamente -Magnum (Figura 23).

Com relação às placas defletoras ou defletores, foram disponibilizados três diferentes modelos, sendo um preto em ângulo padrão com nove ranhuras e gotas médias, um azul em ângulo baixo com nove ranhuras e gotas médias, um cinza com ângulo padrão com seis ranhuras e gotas pequenas para culturas mais sensíveis e também um modelo branco com ângulo baixo com seis ranhuras e gotas grandes para instalação sobre a tubulação aérea do equipamento.

Figura 24. Detalhe da placa defletora emissor i-Wobbler da Senninger.

As pressões de operação para emissores i-Wobbler (Figura 24) variam de 7 a 14 mca. Nas versões atuais podem ir de 4 a 14 mca.

Para uso em tubos pendurais rígidos ou semirrígidos, a Senninger desenvolveu em 2006, um modelo similar ao i-Wobbler denominado Xi-Wobbler (Figura 25), o qual se utilizava de uma tecnologia patenteada de contrapeso, eliminando a necessidade do uso de tubos pendurais flexíveis e, também com diferentes tipos de defletores (615, 610 e 910) com seis ou nove ranhuras e ângulos de trajetória e tamanho de gotas diferentes e um modelo 605 para instalação sobre a tubulação aérea. Pressões de operação variando de 7 a 10,5 mca para tubos pendurais e de 7mca para uso sobre a tubulação.

Figura 25. Emissor Xi-Wob.

Tanto as versões dos emissores i-Wobbler, quanto dos Xi-Wobbler atendem a faixas de vazões distintas de acordo com o tipo de defletor, para melhor se ajustar à uniformidade adequada de distribuição de água ao solo e cultura.

Um outro modelo de emissor desenvolvido pela Senninger é o Quad Spray (Figura 26).

Surgiu, após atender juntamente com outras empresas ao desafio da irrigação por pivô central em áreas com baixa disponibilidade de água como no Texas, no ano de 1983, em que apresentou ao mercado seu modelo de irrigação com o conceito "Lepa", ou seja, aplicação de água com baixo consumo de energia.

Figura 26. Emissor Quad Spray (tipo LEPA) da Senninger.

No ano de 1996, foi atribuída uma nova utilidade a esse emissor no mercado brasileiro, após uma sugestão de se irrigar a cultura do café de maneira localizada em plantio circular sob pivô central. Após tentativas de uso do emissor super *spray* com placa cônica, feita por Sérgio P. Zaggo, na região de Patos de Minas-MG, testamos o aspersor Quad Spray em uma lavoura de café na empresa Agronol em Mimoso do Oeste, então distrito de Barreiras-BA, cujos envolvidos foram: Sérgio Verre (fazenda), Paulo Selmi Dei Gontijo (Consultor da fazenda) e por mim, Claudio Tomazela (Consultor em Irrigação).

Dessa tentativa bem-sucedida, resultou no uso do Quad Spray de maneira expressiva nas lavouras de café no Oeste Baiano e em outras regiões do Brasil (Figura 27).

Figura 27. Detalhe de aplicação de água do aspersor Quad Spray da Senninger.

O primeiro projeto realmente dimensionado para irrigação em pivô central de maneira localizada, fazendo uso dos emissores Quad Spray, na função "Lepa" sobre a planta do café (bulbo cônico ou cheio como na foto), foi na Agribahia S/A no ano de1997 em pivôs centrais da Valmont Indústria e Comércio.

O emissor Quad Spray apresenta quatro funções de operação (bulbo cheio ou cônico, bulbo aerado, irrigação e quimigação), sendo utilizado na irrigação do café apenas as funções de irrigação e bulbo cônico ou cheio. As intensidades de precipitação desses emissores podem ser muito elevadas, principalmente na fase de desenvolvimento inicial da cultura e com a aproximação do aspersor ao topo da planta ainda jovem sem coberturado solo, caso o projeto não seja bem dimensionado, causando mais danos que benefícios. Assim sendo, há a necessidade de se considerar o dimensionamento como do projeto de irrigação como sendo de maneira localizada.

Houve tentativas por parte dos agricultores, com objetivo de baratear o custo do sistema, adaptando-se o super *spray* a um balde plástico (Figura 28). Devido ao tipo de aplicação da água e com projetos dimensionados sem se considerar como irrigação localizada, vários problemas ao solo e sistema radicular da planta, foram apresentados.

Figura 28. Adaptações práticas para aplicação localizada da água.

Visando baratear o custo do emissor e torná-lo mais eficiente, com apenas duas funções (irrigação em área total no início da cultura e bulbo cheio nas demais fases, sobre a planta), foi solicitado à Senninger o desenvolvimento de um modelo semelhante, porém com uma estrutura mais simples.

Essa solicitação foi levada a cabo apenas anos mais tarde com o desenvolvimento do emissor "Lepa café" ou 'Lepa Shroud" (Figura 29). O mesmo, hoje, é utilizado na irrigação de

culturas como milho, arroz, algodão, dentro do conceito "Lepa", em baixas pressões de operação e em espaçamentos reduzidos dos plantios e já com os bocais da série UP3.

Figura 29. Novo emissor Quad Spray simplificado para duas funções: bulbo cheio e área total.

Em 1990, a Senninger lançou ao mercado o emissor LDN (aspersor com bocal de baixa deriva ou Low Drift Nozzle (Figura 30), sendo que esse modelo de emissor teve pouca penetração no mercado brasileiro com poucas unidades instaladas e ainda em regiões bem específicas.

Figura 30. Emissor LDN da Senninger.

O conceito deste emissor é o de haver menos perdas por arraste pelo vento e era composto de três possíveis configurações de placas defletoras: única, dupla ou tripla, podendo ser uma mistura de angulação (plana, côncava e convexa). Este modelo de emissor era ou ainda é muito utilizado nos mercados da África do Sul, Arábia Saudita e Austrália.

Outros dois modelos de emissores disponibilizados pela Senninger ao mercado de irrigação, são o "Fan Spray" e o LDN part circle (Figura 31). Ambos se apresentam com um ângulo aproximado de 170 graus, para uso em posições próximas às torres dos equipamentos objetivando manter as trilhas secas e minimizar o problema de atolamento das rodas dos equipamentos.

Figura 31. Emissores Fan *spray* e LDN da Senninger.

O modelo "*Fan Spray*" é também muito utilizado na irrigação da cultura de Citros ou mesmo do café, de maneira localizada lateralmente às plantas.

Há também na linha de produtos Senninger, os emissores de impacto com rosca metálica (Figura 32), tendo os modelos 3006, laranja, 4006, branco e o 5006 azul, com diferentes composições de bocais e pressões variando de 21 a 42 mca (30 a 60 psi). Servem para instalação na parte superior da tubulação, visando a irrigação normal de culturas, ou até mesmo para aplicação de chorume ou outros dejetos agrícolas em sistemas pivô central e linear.

Figura 32. Emissores de impacto da Senninger.

Com vistas a melhorar o desempenho de seus produtos com relação a distribuição de água ao longo dos sistemas pivô central e linear, a Senninger também apresentou ao mercado uma série de acessórios (Figura 33). São os adaptadores de tirantes (TRHS), em diferentes bitolas para atender a uma ampla gama de modelos de pivôs; Curvas plásticas simples ou duplas de 125°; Curvas de 180°; Sistemas *boom*, etc., bem como um aspersor final de sistema (*end spray*) de 180°, com quatro opções de bocais para minimizar os efeitos da poeira nas bordaduras dos sistemas.

Figura 33. Acessórios de acoplamento dos emissores da Senninger no pivô central.

No ano de 2010, a Senninger, lançou ao mercado uma nova geração de bocais coloridos, denominados UP3 (Figura 34), em diâmetros de #4 ao #26 incluindo os intermediários, com as características de encaixe, solte, aperte e retire (place, click, pinck e pull), atendendo a todos os modelos de emissores exceto o modelo Fan Spray.

Figura 34. Bocais UP3 da Senninger.

Até o ano de 2010, havia uma gama de bocais para atender aos modelos de emissores i-Wobbler e outra para atender aos emissores modelos super *spray* e LDN. Os emissores Fan Spray já eram os próprios bocais. A escolha dos diâmetros utilizados é função do modelo de emissor e das necessidades individuais de cada projeto.

Com os novos modelos de bocais UP3, as configurações dos emissores que foram comercializados no Brasil até 2019, tiveram algumas alterações estruturais, sendo eles dos seguintes modelos: super *spray* UP3, i-Wob UP3, Xi-Wob UP3, LDN UP3, entre outros.

Emissor super *spray* UP3 (Figura 35), com as mesmas características operacionais, tendo as placas planas pretas, côncavas azuis ou convexas verdes. Pressões de operação de 4 a 28 mca (6 a 40 psi) e toda a gama de bocais disponíveis.

Figura 35. Emissores super spray UP3 da Senninger.

Emissor i-Wob UP3 (Figura 36), com placas defletoras ou defletores, disponibilizados em quatro diferentes modelos, sendo um modelo preto em ângulo padrão, um modelo azul em ângulo baixo, um modelo cinza em ângulo padrão com gotas pequenas para culturas mais sensíveis e também um modelo branco em ângulo baixo. As placas defletoras apresentam diferentes configurações de ranhuras e as pressões variam de 7 a 14 mca (10 a 20 psi), com diferentes requerimentos de bocais.

Figura 36. Emissor i-Wob UP3 da Senninger.

Emissor Xi-Wob UP3 (Figura 37), modelos 615 UP3 preto, 610 UP3 azul, 910 UP3 cinza e 605 UP3 TOP branco, com diferentes ranhuras, ângulos de trajetória e tamanho de gotas, para usos em tubos pendurais ou sobre a tubulação aérea (modelo 605), tendo diferentes combinações de bocais. Pressões de 7 a 10,5 mca (10 a 15 psi), para os modelos Xi-Wob 615 UP3, Xi- Wob 610 UP3 e Xi-Wob 910 UP3, e de 7 mca (10 psi) para o modelo Xi-Wob 605 TOP UP3.

Figura 37. Emissor Xi-Wob UP3 da Senninger.

Emissor LDN UP3 (Figura 38), com placas única, dupla ou tripla e diferentes composições de bocais em função das necessidades ao longo dos sistemas e do tipo de aplicação desejado às culturas. Pressões de operação de 4 a 14 mca (6 a 20 psi), exceto ao círculo parcial em que a pressão é de 4 a 10,5 mca (6 a 15 psi).

Figura 38. Emissor LDN UP3 da Senninger.

Emissor Xcel Wobbler UP3 Top (Figura 39), com placa única e pressão de 7 mca (10 psi). Originalmente designado para atender aos dois primeiros vãos do equipamento, complementado com Xi-Wob UP3 sendo depois utilizado em toda o equipamento e para toda a máquina, em toda a gama de bocais.

Figura 39. Emissor e regulador de pressão da Senninger.

Em 2016, a Senninger Irrigation, Inc. passou a fazer parte do grupo Hunter Industries, da Califórnia-USA, e mesmo mantendo a estrutura em Clérmont, em 2020 alguns produtos foram descontinuados, tais como i-Wob UP3, Quad Spray e Xi-Wob 605 Top UP3 e outros tiveram alguma alteração estrutural, como o i-Wob UP3, passando a ser denominado de i-Wob2, com quatro placas disponíveis.

A alteração estrutural resultante no modelo i-Wob2 (Figura 40), com uma capa na parte superior, teve como objetivos minimizar potenciais problemas de acúmulo de água dos emissores vizinhos instalados no sistema e reduzir potenciais problemas em água com material sólido se acumulando e causando desgaste da estrutura responsável pelo movimento oscilante da placa defletora.

Emissor i-Wob2, com placas defletoras ou defletores, disponibilizados em quatro diferentes modelos, sendo um modelo preto em ângulo padrão, um modelo azul em ângulo baixo, um modelo cinza em ângulo padrão, para culturas mais sensíveis e ainda um modelo branco em ângulo baixo. As pressões variam de 4 a 10,5 mca (6 a 15 psi), dependendo do modelo da placa e dos bocais utilizados.

Figura 40. Emissor i-Wob2 da Senninger.

Nos primeiros projetos de irrigação com sistemas pivô central e linear, não se utilizavam os reguladores de pressão, mesmo quando se dimensionava os equipamentos com emissores de impacto. Eram normalmente pivôs de pequeno porte e utilizados em topografia suave. O dimensionamento era baseado em um percentual de perda de carga admissível ao longo do comprimento da tubulação do sistema. Visando atender à uniformização das pressões nas entradas dos emissores ao longo do equipamento, a Senninger faz uso de reguladores de pressão, para qualquer tipo de emissor utilizado.

Com relação aos reguladores de pressão, a Senninger desenvolveu um modelo em linha, com várias faixas de vazão e pressão de maneira a atender aos mais variados tipos de equipamento.

Os reguladores de pressão da Senninger (Figura 41), para pivô central e linear eram dos tipos (i) Pivot master low-flow regulator (LF), pressões de 4 a 31,6 mca (6 a 35 psi) e vazões de 114 a 1136 L h^{-1} nas pressões de 4 e 7 mca (6 e 10 psi) e de 23 a 1817 L h^{-1} nas pressões de 8,4 m (12 psi) ou mais, e (ii) Pivot Master medium-flow regulator-MF, pressões de 4 a 42 mca (6 a 60 psi) e vazões de 909 a 3634 L h^{-1} nas pressões de 4 e 7 mca (6 e 10 psi) e de 454 a 4542 L h^{-1} nas pressões de 8,4 mca (12 psi) ou mais.

Figura 41. Reguladores de pressão da Senninger.

No ano de 1997, desenvolveu uma regulador de pressão tipo universal, denominado Pivot Special Regulator (PSR), (Figura 42), sem parafusos, com pressões de 4 a 35,2 mca (6 a 50 psi) e vazões de 114 a 3407 L h^{-1} em toda a gama de pressões. Dessa maneira, era possível ter um único modelo de regulador para atender a toda gama de bocais desde o início do equipamento até a extremidade final, para tentar minimizar o efeito de estoque de material nas fábricas, revendas e clientes finais.

Figura 42. Regulador de pressão tipo universal, denominada PSR da Senninger.

A partir de 2010, a Senninger mudou as características do modelo LF, assemelhando-se ao modelo PSR, denominada de PRL, formando assim uma nova configuração de opções de reguladores, sem alterar as pressões e vazões dos mesmos (Figura 43).

Figura 43. Reguladores de PRL, PSR e M da Senninger.

No ano de 2015, a Senninger, lançou ao mercado uma nova versão do modelo PSR, denominando-a de PSR-2 (Figura 44), com algumas alterações estruturais na parte da entrada da válvula para reduzir problemas de potenciais entupimentos.

Figura 44. Regulador de pressão PSR-2 da Senninger.

Para esse novo modelo de regulador, as características operacionais se mantiveram as mesmas, tanto é que o modelo PSR, original foi descontinuado do mercado no ano de 2020.

4.2.3 Nelson Irrigation, Inc.

Nelson Irrigation, Inc.: a segunda empresa estrangeira a vir ao mercado brasileiro foi a já tradicional fabricante de emissores e de reguladores de pressão, ambos dos mais variados tipos e desempenhos, Nelson Irrigation, Inc. (Sede em Walla, estado de Washington-USA) e se estabeleceu no ano de 2015, na cidade de Mogi Mirim-SP com uma estrutura de importação, montagem de partes de produtos e distribuição tendo como Razão Social o nome Nelson Irrigação Brasil Ltda. Com a nova estrutura no Brasil, tem aos poucos recuperado parte do mercado que havia ficado de lado na linha de produtos para irrigação pivô central e linear, composta de emissores rotativos (círculo total ou parcial), emissores do tipo spray (círculo total ou parcial), emissores híbridos, emissores oscilantes, soluções fim de sistema, reguladores de pressão, válvulas controladoras, etc.

Os emissores tipo fixo Nelson Spray-I e Spray-III, para uso em sistema de irrigação pivô central e linear, utilizavam bocais da série 3RN, metálicos, praticamente em toda a gama de bocais disponíveis e pressões de 7 a 28 mca (10 a 40 psi), Figura 45.

Figura 45. Emissor Fixo Spray-I da Nelson.

Os modelos Spray-II, utilizavam bocais 3RN com diâmetros indo dos menores até uma faixa intermediária e pressões de 7 a 28 mca (10 a 40 psi). As placas defletoras desses emissores correspondiam aos modelos FLS (plana lisa) e FLMG (plana com ranhura média).

Apesar de ter sido em 1981 que o mecanismo de rotação dos emissores tenha sido conceitualizado pela Nelson Irrigation, somente em 1987 é que foi desenvolvido o primeiro aspersor rotativo do mercado e lançado o aspersor Rotator série 30 (R30), com as opções de uso sobre a estrutura do pivô (R30-U4 UP TOP) ou em tubos pendurais (R3-D4 ou D6), aproximando os emissores da cultura ou solo (Figura 46).
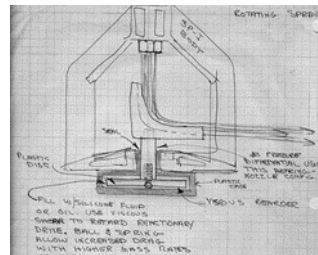
Figura 46. Esquema do primeiro emissor rotativo da Nelson.

Importante frisar que a tecnologia rotativa dos emissores, permite que se instale os mesmos sobre a tubulação aérea dos equipamentos ou em tubos pendurais, rígidos ou semirrígidos, sem a necessidade de um contrapeso ou ainda em tubospendurais flexíveis, sendo neste caso necessário instalar contrapesos para manter os emissores paralelos à superfície do solo ou cultura. Mais adiante, lançou os emissores Rotator com controle de fluxo nos bocais (FCN). Assim muitos pivôs que foram comercializados pela Carborundum e mais tarde pela Lindsay no Brasil, foram instalados com essa tecnologia e muitos deles ainda estão em operação no campo.

Os emissores rotativos da série R30 (Figura 47), faziam uso dos bocais da série 3RN metálicos em pressões de 10,5 a 28 mca (15 a 40 psi) para o modelo U4 UP TOP, de 10,5 a 35,6 mca (15 a 50 psi) para o modelo D4 e de 7 a 28 mca (10 a 40 psi) para o modelo D6, dependendo do diâmetro do bocal de cada um. As placas defletoras utilizadas eram a U4 UP Top azul, D4 verde, D6 vermelha e D6 amarela, com diferentes ângulos de trajetória e tamanho de gotas. Pressões variando de 7 a 35,6 mca (10 a 50 psi), dependendo do tipo de placa e posição de instalação na tubulação aérea.

Figura 47. Emissor rotativo R30 da Nelson.

O passo seguinte da Nelson foi lançar a geração 3000 (Figura 48), no ano de 1995, com aspersor fixo (D3000 sprayhead), rotator (R3000) e spinner (S3000), além de um dispositivo parar irrigação em sulcos via pivô central e linear, com arraste de mangueira (HD3000 Hose Drag). Este último produto não teve utilização no Brasil.

Figura 48. Emissor fixo 3000 da Nelson.

Emissor Fixo sprayhead, D3000 (Figura 49). Disponível em trinta e seis opções de bocais coloridos, do #9 ao #50, incluindo os intermediários e placas defletoras cinza, preta, azul, púrpura, amarela, verde e turquesa, nas mais variadas formas (planas, côncavas ou convexas, lisa, ranhura média ou grossa com 24 ou 36 estrias). Pressão de operação de 4 a 28 mca (6 a 40 psi).

Figura 49. Emissor Fixo sprayhead, D3000 da Nelson.

Emissor rotator R3000 (Figura 50). Apresenta o maior raio de alcance entre os emissores disponíveis no mercado, reduzindo assim a intensidade de precipitação instantânea. Apresenta-se em trinta e seis opções de bocais coloridos, incluindo os intermediários e com placas defletoras azul e branca para uso sobre a tubulação aérea (U-TOP) ou verde, vermelha, laranja e marrom, para uso em tubos pendurais (D), com diferentes ranhuras (quatro ou seis) e ângulos de trajetória de 12° ou 8° e pressões de 10,5 a 35 mca (15 a 50 psi), dependendo do modelo de placa e bocal 3TN.

Figura 50. Emissor rotator R 3000 da Nelson.

Emissor spinner S3000 (Figura 51). Esse emissor possui uma ação livre na rotação, a qual permite produzir gotas mais leves. Disponível em trinta e seis opções de bocais coloridos, incluindo os intermediários e placas defletoras vermelha, roxa ou amarela, para uso em tubos pendurais (D), com seis ou oito ranhuras e diferentes ângulos de trajetória (12°, 20° ou 21°) e pressões de 7 a 14 mca (10 a 20 psi), dependendo da placa e do bocal tipo 3TN. Há também uma placa bege para bocais pequenos, com uma ranhura apenas.

Figura 51. Emissor spinner S3000 da Nelson.

Emissor accelerator A3000 (Figura 52). Trata-se de um aspersor intermediário entre o rotator e o spinner, como uma opção híbrida e foi desenvolvido visando melhorar a eficiência da irrigação dos pivôs já dimensionados com emissores tipo Spray, transformando-os em um aspersor rotativo, sem a necessidade de substituição dos corpos dos mesmos.

Figura 52. Emissor accelerator A3000 da Nelson.

Trabalha com giro acelerado de maneira crescente em função das vazões de cada bocal, assemelhando-se a um rotator em baixas vazões e a um spinner em vazões maiores.

Disponível em trinta e seis opções de bocais coloridos, incluindo os intermediários e placas defletoras nas cores castanho e dourado para uso em tubos pendurais (D) e azul marinho para uso sobre a tubulação aérea (UP Top), com quatro ranhuras e pressões de 4 a 10,5 mca (6 a 15 psi), dependendo da placa e do bocal tipo 3TN.

Os modelos dos emissores rotator R3000 e spinner S3000, são atendidos por um mesmo corpo ao passo que os emissores sprayhead D3000, o Accelerator A3000 e os borbulhadores (Lepa, Lesa e Lena), são atendidos por outro modelo de corpo. Os emissores Trahsbuster, sprayhead PC, spinner PC e rotator PC, tem seus próprios corpos, cada um com seus modelos específicos.

Emissor Nelson sprayhead D-3000, círculo parcial. Emissor de 170° de arco (part circle PC-D3000), Figura 53, em baixo ângulo de trajetória, com placa côncava azul e gotas médias. Pressões de 7 a 10,5 mca (10 a 15 psi) e bocais 3TN de números #9 a #50. Devem ser montados em tubos rígidos.

Figura 53. Emissor sprayhead PC-D3000 da Nelson.

Emissor Nelson spinner S3000, círculo parcial (Figura 54). No ano de 1998 a Nelson Irrigation disponibilizou ao mercado um aspersor de 190° (Part Circle PC-S3000) de arco (variando um pouco com a vazão), apresentando gotas leves e baixa intensidade de precipitação, com pressões de 7 a 14 mca (10 a 20 psi), bocais de 3TN de números #14 a #40, para contribuir om a minimização de problemas nos rastros das rodas dos pivôs. Estes devem ser montados em tubos rígidos.

Figura 54. Emissor spinner PC-S3000 da Nelson.

Emissor Nelson trash-buster (Figura 55). Emissores T3000 ou T3000FC. Desenhados para aplicação de águas residuárias, estes emissores se apresentam com placas defletoras rotativas, azul (posição UP Top) ou verde (em pendurais) e capa azul do rotator R3000 ou então as fixas, verde, azul, amarela, preta, roxa ou laranja e tampa 3000, roxa. Pressões de 17,5 a 35 mca (25 a 50 psi), e bocais 3TN ou 3000FC (Flow Control).

Figura 55. Emissor T3000 e T3000FC da Nelson.

Emissor Nelson rotator part circle PC-R3000 (Figura 56). No ano de 2004, a Nelson Irrigation disponibilizou ao mercado um aspersor de 180° de arco (variando um pouco com a vazão), apresentando gotas mais grossas, porém com baixa intensidade de precipitação e com pressões de 10,5 a 17,5 mca (15 a 25 psi) para bocais de 3TN de números #14 a #23 em placas branca e 3TN de #24 a #39, para placa bronzeada e ainda pressões de 10,5 a 21 mca (10,5 a 30 psi), para bocais 3TN de números #40 a #50 para placa Preta.

Figura 56. Emissor rotator PC-R3000 da Nelson.

Devem ser montados em tubos rígidos, e servem para contribuir com a minimização de problemas nos rastros das rodas dos pivôs.

Emissor orbitor O3000 (Figura 57). No ano de 2010, a Nelson Irrigation lançou ao mercado o aspersor O3000, sem abas no corpo, eliminando problemas de gotejamento sob o aspersor e com a disponibilidade de trinta e seis opções de bocais coloridos, incluindo os intermediários, pressões de 7 a 14 mca (10 a 20 psi) e três tipos de placas defletoras, preta de ângulo padrão, azul de ângulo reduzido e roxa com gotas pequenas para culturas mais sensíveis. Há os modelos com peso metálico inserido no corpo e outro com uma capa plástica e sem peso, havendo a necessidade de se

Figura 57. Emissor orbitor O3000 da Nelson.

colocar um peso acima do aspersor, uma vez que é necessário ter pelo menos um trecho de sessenta e dois centímetros de pendural flexível.

Emissor accelerator e sprayhead (Figura 58) para aplicações diversas. Para as funções de irrigação Lepa (baixo uso de energia), Lesa (altura intermediária dos emissores ou Lena (padrão Nelson de Irrigação), a Nelson disponibilizou um modelo de aspersor accelerator no qual se instala um adaptador ou conversor do tipo 3 em 1, podendo fazer as funções de bulbo aerado, bulbo cheio ou mesmo irrigar em sulcos, com mangueiras de arraste No caso dos sprayheads, há a necessidade de um corpo específico, o que não ocorre com o accelerator, para se utilizar as funções citadas.

Figura 58. Emissor accelerator e sprayhead da Nelson.

Soluções trechos finais de sistema

A Nelson possui em seu portfólio uma série de produtos para atender à demanda de irrigação uniforme no final dos equipamentos pivô central e linear. Compõe- se de emissores do tipo canhão (SR75 e SR100), emissores rotativos (R55 e R55i), Emissores setoriais (R75LP e R75) e válvulas de fechamento do canhão (SRNV100).

(i) Emissor *Big Gun* SR75 e SR100 (Figura 59)

Disponível em vazões de 6,8 a 36,3 m³ h^{-1} e pressões de 17 a 55 mca (24 a 78 psi). Ângulo horizontal ajustável. Bocal com anel e emissor big gun SR100. Disponível em vazões de 11,4 a 68,2 m³ h^{-1} e pressões de 28 a 55 mca (40 a 78 psi). Ângulo horizontal ajustável. Bocal cônico.

Figura 59. Emissores tipo Big Gun SR75 e SR100, final de sistema da Nelson.

(ii). Emissor rotativo de círculo parcial

Emissor R55 (Figura 60). Disponível, a partir do ano de 2015, em vazões de 4,1 a 16,8 m³ h^{-1} e pressões de 10,5 a 28,0 mca (15 A 40 psi). Ângulo horizontal fixo em 180° e outro modelo o emissor R55i, disponível, no ano de 2016, em vazões de 4,1 a 13,1 m³ h^{-1} e pressões de 10,5 a 27,5 mca (15 a 40 psi). Ângulo horizontal fixo em 180°.

Figura 60. Emissores rotativos R55 R55i de círculo parcial da Nelson.

Mais recentemente, no ano de 2019, a Nelson, fez algumas alterações nas configurações dos emissores de círculo parcial para uso nos finais de equipamentos e os mesmos passaram a ter as características de 180° nos modelos R55VT e R55iVT (Figura 61). As características de vazão passaram de 4,3 a 17,1 m³ h^{-1} e pressão de 10,5 a 42 mca (15 a 60 psi), respectivamente no modelo R55VT e, de 4,3 a 14,3 m³ h^{-1} de vazão e 10,5 a 42 mca (15 a 60 psi) de pressão, nos modelos R55iVT. Uma maior pressão

Figura 61. Emissores rotativos R55VT e R55iVT de círculo parcial da Nelson.

por ter torque variável, sem alterar a velocidade de giro do emissor.

(iii). Emissor setorial

Emissores R75LP de baixa pressão e R75 padrão (Figura 62). Disponível a partir do ano de 2016, em vazões de 5,4 a 18,6 m³ h^{-1} e pressões de 17,5 a 27,5 mca (25 a 40 psi), para o modelo LP e vazões de 6,8 a 20,4 m³ h^{-1} e pressões de 27,5 a 42 mca (25 a 40 psi) para o modelo padrão. Ângulo horizontal ajustável.

Figura 62. Emissores setoriais R75LP e R75 da Nelson.

(iv). Emissor canhão com válvula de fechamento

Emissor com válvula de fechamento SRNV100 (Figura 63). Para uso em condições em que não se queira irrigar determinado trecho da área.

Figura 63. Emissor canhão e válvula SRN100 da Nelson.

Acessórios

A Nelson também apresenta uma série de acessórios para melhorar o uso dos seus produtos, buscando eficiência final da irrigação. Tais produtos visam a melhor adequação dos emissores ao longo dos equipamentos de irrigação.

Curvas plásticas de 180°, pesos metálicos (*Zammac Slim*) e peso Mola, adaptadores plásticos para os emissores R55 e R75, clips para bocais auxiliares no campo (Figura 64).

Figura 64. Acessórios de emissores de final de linha da Nelson.

No ano de 2015, a Nelson Irrigation, lançou ao mercado sua nova geração de bocais coloridos (Figura 65) com base em incrementos de 128 centésimos de polegadas, a série 3NV 3030, atendendo a quase toda sua linha de produtos para pivô central e linear, equivalendo aos números #9 ao #50. O emissor Trashbuster continua com a série de bocais 3000. As quatro funções deste modelo de bocal 3NV, são a instalação, irrigação, fechamento e limpeza pendural no aspersor e também a irrigação, depois fechamento do bocal e limpeza do pendural. A opção de fechamento dá uma grande flexibilidade operacional ao irrigante em poder verificar se há algum detrito.

Figura 65. Linha de bocais série 3NV 3030 da Nelson.

Caso esteja obstruído, pode-se inverter o bocal e fazer a limpeza. Serve também para fechar algumas unidades, um vão inteiro ou ainda vários vãos do sistema para efeito de colheita, manutenção, etc. Isso tudo, sem a necessidade de desligamento do sistema. Trata-se de mais uma revolução no mercado de irrigação por aspersão.

Para o mercado brasileiro, os produtos Nelson são enviados da matriz americana à unidade Nelson Brasil em Mogi Mirim-SP, e os emissores já vêm com a série de bocais 3NV 3030.

Dessa maneira, a linha de produtos da Nelson (Figura 66) passou a ser a mais completa, atendendo as necessidades do equipamento desde a torre central até as soluções fim de sistema, com os emissores do tipo spray fixo (D3030), rotator (R3030), spinner (S3030), accelerator (A3030), Trashbuster (T3000), orbitor (O3030), além dos de círculo parcial (sprayhead, rotator e spinner) e mais um novo modelo de aspersor, o orbitor FX, para uso sobre a tubulação aérea dos equipamentos.

Figura 66. Diversos modelos de emissores Nelson.

Soluções atuais: as configurações dos produtos da linha Nelson, que atendem ao mercado de irrigação universal, incluindo o Brasil, são os que seguem:

Emissores fixo sprayhead D3030 (Figura 67). Atende a mesma faixa de bocais e pressões da série 3000, e também a gama de placas defletoras sendo acrescidas dos modelos vermelha, branca e roxa, podendo serem lisas, planas ranhura média ou ranhura grossa, para diferentes finalidades como germinação, irrigação ou "quimigação". Os bocais 3 NV atendem a toda gama, sendo do #9 ao #50, incluindo os intermediários.

Figura 67. Emissor Fixo sprayhead da Nelson.

Emissores rotator #R3030 (Figura 68). Os modelos da série 3030, apresentam mais opções de placas defletoras, sendo essas as placas, azul UP4 e branca, para serem instalados sobre a tubulação aérea dos equipamentos e as placas verde, vermelha, laranja, marrom e oliva, para serem instaladas em tubos pendurais, tendo diferentes ângulos de trajetória, combinações de ranhuras e pressões de operação de acordo com as composições de bocais 3NV e placas defletoras. Há uma placa específica ao mercado brasileiro que é a Oliva que

Figura 68. Emissor rotator R3030, da Nelson.

trabalha em pressões de 7 a 10,5 mca (10 a 15 psi).

Emissor spinner S3030 (Figura 69). Os modelos da série 3030, apresentam mais opções de placas defletoras, sendo essas as placas, púrpura D6-20°, vermelha D6-12°, amarela D8-21° e bege (pequena), para instalações em tubos pendurais e mais a placa lima UP TOP, para uso sobre a tubulação aérea do pivô. Pressão de operação de 7 a 14 mca (10 a 20 psi) e com combinações de ranhuras de acordo com as composições de bocais 3NV e placas defletoras.

Figura 69. Emissor spinner S3030, da Nelson.

A placa bege deve sempre ser instalada em pendurais flexíveis de pelo menos trinta centímetro. Pressões de 7 a 10,5 mca (10 a 15 psi).

Emissor accelerator A3030 (Figura 70). Os modelos da série 3030 apresentam o mesmo princípio de operação e tem mais opções de placas defletoras: marrom e dourada, para uso em tubos pendurais e uma azul marinho, para instalação sobre a tubulação aérea do equipamento.

Figura 70. Emissor accelerator A3030 da Nelson.

Com diferentes ângulos de trajetória e quatro ranhuras, atende a toda gama de bocais do tipo 3NV, disponíveis. Pressões de operação de 4 a 10,5 mca (6 a 15 psi), para todas as placas.

Emissor Orbitor O3030 (Figura 71). Também esse modelo de emissor, quando comparado aos da série 3000, bocais 3TN, não apresenta diferenças operacionais em relação à série 3NV e a faixa de pressão vai de 4 a 14 mca (6 a 20 psi). Apresenta os mesmos tipos de placas defletoras, preta de ângulo padrão, azul de ângulo reduzido e Roxa com gotas pequenas para culturas mais sensíveis.

Figura 71. Emissor orbitor O3030 da Nelson.

Mantém os modelos com peso metálico inserido no corpo e outro com uma capa plástica, sem o peso, havendo a necessidade de se colocar um peso acima do emissor, uma vez que é necessário ter pelo menos um trecho de sessenta e dois centímetros de pendural flexível.

Emissor FX Orbitor (Figura 72). No ano de 2020, a Nelson lançou ao mercado um novo modelo de aspersor que até o momento não veio ao Brasil, mas que em futuro bem próximo chegará. Trata-se do modelo FX orbitor, para ser instalado sobre a tubulação aérea dos equipamentos com a placa Branca de 9 ranhuras a fim de atender principalmente a cultura do milho, com a mesma eficiência do orbitor O3030. Há ainda a opção para tubos pendurais, com a necessidade do uso de contrapeso auxiliar.

Figura 72. Emissor FX orbitor da Nelson.

Também faz uso dos bocais tipo 3NV e atende a toda de gama disponível do número #12ao #50 para 10,5 mca (15 psi) e de #16 a #50, para 4 mca (6 psi) de pressão.

Emissor Nelson Sprayhead D3030, círculo parcial (Figura 73). Emissor de 170° (part circle PC-D3030) de arco em baixo ângulo de trajetória, com o corpo universal o qual atende ao círculo parcial ou ao adaptador para mangueira de arraste. Para a função "Lepa" apresenta um acessório específico. As demais especificações são as mesmas do PC-D3030 quanto a bocais, pressões, tamanho de gotas e tipo de instalação, exceto para a série de bocais que passa a ser 3NV 3030.

Figura 73. Emissor sprayhead PC da Nelson.

Emissor Nelson Spinner S3030, círculo parcial (Figura 74). Esse modelo de aspersor (part circle PC-S3030) também manteve as mesmas caraterísticas operacionais da série 3000, tendo a alteração no corpo para adaptação dos bocais da série 3NV 3030 que atendem desde o número #14 ao número #40. Arco de 190° (variando um pouco com a vazão), apresentando com gotas leves e baixa intensidade de precipitação, com pressões de 7 a 14 mca (10 a 20 psi). Devem ser montados em tubos rígidos, para contribuir com a minimização de problemas nos rastros das rodas dos pivôs.

Figura 74. Emissor spinner PC da Nelson.

Emissor Nelson Trash-Buster. (Figura 75). Desenhado para aplicação de águas residuárias, este aspersor (T3000 ou T3000FC) não foi alterado e mantém as mesmas características estruturais, inclusive os bocais e placas rotativas azul (posição UP Top) ou Verde (em pendurais) e capa azul do rotator R3000 ou então as fixas, verde, azul, amarela, preta, roxa ou laranja e tampa 3000, roxa. Pressões de 17,5 a 35 mca (25 a 50 psi), e bocais 3TN ou 3000FC (Flow Control). Há também a possibilidade do uso do corpo do aspersor acoplado ao adaptador universal U3030, com o bocal 3NV 3030.

Figura 75. Emissor Trash-Buster da Nelson.

Emissor Nelson Rotator R3030, círculo parcial (Figura 76). O mesmo ocorre com esse modelo de aspersor (part circle PC-R3030), o qual mantém as características operacionais da série 3000, com alterações nos bocais que agora são da série 3NV 3030. O mesmo arco de giro de 180° (variando um pouco com a vazão) e também as mesmas exigências de instalação e uso nos equipamentos citados na série PC R3000.

Figura 76. Emissor rotator PC-R3030 da Nelson.

Emissores Accelerator e o Sprayhead (Figura 77) em aplicações diversas. Excetuando-se os bocais que passam a ser da série 3NV 3030, as demais funções desses emissores se mantêm as mesmas tanto para Lepa quanto para Lesa ou Lena). No caso dos Sprayheads, há a necessidade de um corpo específico, o que não ocorre com o accelerator, para se utilizar as funções acima citadas.

Figura 77. Emissores accelerator e o sprayhead da Nelson.

Para as funções de irrigação Lepa (baixo uso de energia), Lesa (altura intermediária dos emissores ou Lena (padrão Nelson de Irrigação), a Nelson disponibilizou um modo de aspersor, o Accelerator no qual se instala um adaptador ou conversor do tipo 3 em 1, podendo fazer as funções de bulbo aerado, bulbo cheio ou mesmo irrigar em sulcos, com mangueiras de arraste.

Reguladores de pressão (Figura 78): para completar a linha de produtos da Nelson e atender a toda a gama de emissores nos mais variados equipamentos mecanizados, há uma série de modelos de reguladores de pressão. Não vamos considerar, neste capítulo, as válvulas controladoras, que também são disponibilizadas pela Nelson, por não fazer parte do kit de aspersão propriamente dito. Dessa maneira, seguem os modelos de reguladores de pressão fabricados pela Nelson e disponibilizados ao mercado brasileiro ao longo desses anos todos, tanto em termos de capacidades operacionais quanto em características estruturais.

Originalmente, nos primeiros pivôs instalados no Brasil, com produtos Nelson e comercializados pela Carborundum em seus sistemas mecanizados, foram instalados os reguladores de pressão modelos Low Flow (azul e cinza), High Flow (azul e preto) e Red Top (regulador robusto), com chapa em com cromo e latão, para águas residuárias, com diferentes opções de conexão com os emissores.

Figura 78. Reguladores de pressão da Nelson.

As primeiras unidades vieram com adaptações de rosca fêmea em 3/4", tanto na entrada quanto na saída dos reguladores. Os emissores que se conectavam a esses reguladores eram do tipo spray fixo ou sprayhead e os rotativos com placas giratórias de quatro ou seis ranhuras, das séries R30 e R300 com bocais metálicos 3RN.

Logo em seguida, a Nelson disponibilizou ao mercado um tipo de conexão fêmea de ¾" na entrada e rosca quadrada na saída dos reguladores as quais se adaptavam aos modelos de conexões rosca quadrada dos emissores. Este tipo de conexão, minimizava e ainda minimiza problemas de campo em que é comum se instalar os reguladores de pressão de maneira invertida, se por algum acaso forem retirados dos equipamentos e reinstalados.

Os modelos de reguladores de pressão disponibilizados no momento aos pivôs e lineares, são os que seguem:

(i) Regulador Uni-Flo (Figura 79): Fabricados em configurações de rosca fêmea de ¾" (FNPT) na entrada e de rosca fêmea ¾" (FNPT) ou quadrada na saída, com pressões variando de 4, 7, 10.5, 14, 17.5, 21, 28 e 35 mca (6, 10, 15, 20, 25, 30, 40 e 50 psi) de regulagem. Vazões permitidas dentro da faixa de regulagem de 0,11 a 2,72 $m^3 h^{-1}$.

Figura 79. Regulador Uni-Flo da Nelson.

(ii) Regulador Hi-Flo (Figura 80): Fabricados em configurações de rosca fêmea de ¾" (FNPT) na entrada e de rosca fêmea ¾" (FNPT) ou quadrada na saída, com pressões variando de 4, 7, 10.5, 14, 17.5, 21, 28 e 35 mca (4, 10, 15, 20, 25, 40 e 50 psi) de regulagem. Vazões permitidas dentro da faixa de regulagem de 0,45 a 4,54 $m^3 h^{-1}$

Figura 80. Regulador Hi-Flo da Nelson.

(iii) Regulador All-Flo (Figura 81): Lançados ao mercado no ano de 2020, são fabricados em configurações de rosca fêmea de ¾" (FNPT) na entrada e de rosca fêmea ¾" (FNPT) ou quadrada na saída, com pressões variando de 4, 7, 10.5, 14, 17.5, 21, 28 e 35 mca (6, 10, 15, 20, 25, 30, 40 e 50 psi) de regulagem. Este modelo de regulador apresenta uma área 52% maior que outros reguladores existentes no mercado, minimizado problemas de entupimento. Vazões permitidas dentro da faixa de regulagem de 0,11 a 4,54 $m^3 h^{-1}$.

Figura 81. Regulador All-Flo da Nelson.

4.2.4 Komet Innovative Irrigation

Uma terceira empresa a atender o mercado brasileiro é a Komet Innovative (Sede em Lienz, Áustria), porém até este momento sem uma estrutura física no país e com uma gama pequena de produtos sendo ofertados, apesar e ter em seu portifólio uma gama maior do que está sendo apresentada ao mercado brasileiro.

Compõe-se de um aspersor oscilante, modelo Twister para trabalhar de maneira invertida em tubos pendurais (*Komet precision Twister*-KPT) com placas defletoras preta, azul e amarela; um modelo do mesmo aspersor para trabalhar sobre a parte aérea do equipamento (Komet precision twister-Peak) com placa defletora branca; um modelo de aspersor fixo (*Komet precision spray* - KPS círculo total), com placas azul, preta, cinza, amarela, mini defletor preto e mini defletor turquesa); um modelo de aspersor (Komet precision Spray PC180°) com placa azul; um modelo de aspersor final de pivô (Twin Master) e um modelo de regulador de pressão (All-Flo, KPR), com diferentes pressões de regulagem, indo de 4 a 14 mca (6 a 20 psi), dependendo do projeto ou do emissor utilizado. Há também diferentes quantidadesde ranhuras em função do tipo de placa defletora.

Bocais disponíveis

A composição de bocais disponíveis aos emissores Komet, seguem o padrão de identificação da indústria, coloridos para fácil identificaçãoe são baseados em incrementos de 128 centésimos de polegada. A identificação dos números pares é feita pelo número e por

uma ponta cheia, de alavanca de bloqueio ao passo que os ímpares têm uma ponta dentada, de alavanca de bloqueio. A gama de bocais é do #8 ao #52, com números inteiros e intermediários.

Emissor Komet precison twister (Figura 82)

Emissores (KPT) que atendem à gama de bocais de números #10 ao #52, incluindo os intermediários. Há três tipos de placas defletoras para instalação em tubos pendurais, sendo uma preta com ângulo de trajetória padrão, uma azul com ângulo baixo e uma terceira amarela com ângulo ultrabaixo e mais uma placa branca para instalação sobre a tubulação aérea do pivô. Pressão de trabalho de 4 a 14 mca (6 a 20 psi).

Figura 82. Emissor KPT da Komet.

Emissor Komet precison twister círculo parcial (Figura 83)

Recém lançado ao mercado, são emissores (KPT -180° part circle) desenhados para atender às condições de trilha seca em pivôs centrais e lineares e devem ser instalados em tubos pendurais rígidos. Com a mesma gama de bocais dos emissores giro total, ou seja, que atendem à gama de bocais de números #14 ao #52, incluindo os intermediários. Apresenta placa defletora Cinza e pressões de trabalho de 4 a 14 mca (6 a 20 psi).

Figura 83. Emissor KPT 180° Komet.

Emissor Komet *precision spray* (Figura 84)

Emissores (KPS) que atendem à gama de bocais de números #8 ao #52, incluindo os intermediários. Há seis tipos de placas defletoras, de coloração azul côncava, preta plana, cinza plana e amarela plana, ou do tipo mini defletor Preto plano e turquesa plana, cuja definição vai de encontro às necessidades específicas. Como opção de círculo parcial há o modelo de placa azul côncava de 180°. As pressões de trabalho são de 4 a 14 mca (6 a 20 psi), para todos os modelos.

Figura 84. Emissor KPS da Komet.

Emissores canhão para final de sistema

A **Komet Innovative**, tem disponibilizado ao Brasil, já há algum tempo, (originalmente via Irrigaplan), com importações feitas diretamente pelas empresas fabricantes de sistemas Pivô Central e Linear, basicamente um modelo de emissor canhão para atender o mercado de sistemas mecanizados e estão instalados em várias regiões do país. Trata-se, basicamente, do modelo Komet Twin Max.

Aspersor Komet *Twin Max* (Figura 85)*:* disponível em vazões de 5,4 a 56,4 m³ h^{-1} e pressões de 20 a 65 mca (28 a 92 psi). Ângulo de trajetória de 18° ou 24°, com 12 opções de bocais para atender às exigências de cada projeto.

Figura 85. Emissor canhão Innovative da Komet.

Reguladores de pressão

Para atender aos projetos de sistemas de irrigação pivô central e linear, mantendo as pressões nas entradas de cada aspersor ao longo do comprimento da linha lateral do equipamento, a Komet Innovative apresenta um regulador de pressão, denominado de **Komet Precision Regulator (KPR)**

Regulador Komet precison regulator (KPR) (Figura 86)**.** Regulador de pressão denominado de All-Flo e disponível na faixa de vazão que atende a toda gama de bocais do #8 ao #52 e pressões de 4, 7, 10,5 e 14 mca (6, 10, 15 e 20 psi). Fabricados em configurações de rosca fêmea de ¾" (FNPT) na entrada e de rosca fêmea ¾" (FNPT).

Figura 86. Regulador de pressão da Komet.

4.3 Considerações finais

Ao se elaborar um projeto de irrigação deve-se levar em consideração uma série de fatores que implicarão diretamente no resultado final: alguns deles de caráter local (clima, solo, topografia, cultura), outros em função do usuário (tipo de cliente, nível de conhecimento da técnica irrigação, experiência e administração, mão de obra disponível, tecnologias empregadas na propriedade), outros ainda de caráter econômico (disponibilidade de recursos e capacidade de pagamento), etc. Dessa maneira, é impossível dizer que um sistema de irrigação é melhor que outro, e sim deve-se avaliar qual é a melhor tecnologia a ser empregada em cada projeto específico.

O que podemos dizer sobre os sistemas mecanizados de irrigação com movimento contínuo radial, o pivô central, e linear, o lateral móvel, é que a indústria de equipamentos de irrigação no Brasil conseguiu, nesses anos todos, evoluir de maneira substancial quanto ao uso de emissores e de reguladores de pressão, voltados à melhoria na eficiência de uso do insumo água com economia de energia e mão de obra sem deixar nada a desejar a qualquer sistema de irrigação.

Evoluiu desde os emissores do tipo impacto aos do tipo spray, seguido dos tipos oscilantes e dos rotativos atualmente utilizados e operando com pressões baixas e mantendo o raio de alcance dos jatos amplo, reduzindo assim a intensidade de precipitação instantânea. Estes últimos (oscilantes e bem mais os rotativos) permitem que a água seja mantida na zona radicular das plantas, minimizando os efeitos de perdas por deriva, escorrimento superficial e percolação profunda, elevando sobremaneira a eficiência no uso da água, que é o que realmente interessa à irrigação das culturas.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço imensamente ao convite feito pelos organizadores do livro "Diferentes abordagens sobre a agricultura irrigada no Brasil", pela oportunidade de escrever

um de seus capítulos. Dessa maneira, como um dos que puderam presenciar toda a evolução dos dispositivos responsáveis pela distribuição de água e ajustes nas pressões dos equipamentos pivô central e linear, creio que pude, de alguma forma, contribuir com um pouco da história sobre a evolução dos emissores e reguladores de pressão no Brasil. Estes dispositivos, tem sentido uma enorme evolução desde as primeiras unidades instaladas até o momento atual.

Em segundo lugar, deixo meu agradecimento especial a algumas pessoas ligadas ao mercado de irrigação, com as quais tive o privilégio de conviver e, neste trabalho, consultar e ser atendido, ajudando a elucidar alguns pontos sobre os fatos ocorridos desde o ano de 1978, por terem vivenciado o desenvolvimento das tecnologias dos emissores e reguladores de pressão utilizados nos equipamentos fabricados por cada uma das empresas citadas neste artigo (em ordem alfabética: Antonio Alfredo Teixeira Mendes; Carlos Barth; Carlos Fernando Vinicius; Cezar Neitzke; Egídio Osti Neto; Eugênio Brunheroto; Gustavo Hossri; José Roberto Rossi; Leandro Amorim; Marco Moretti; Paulo Arruda; Petronio Pereira; Renato Simões Barroso Junior e Wilson Roma). Algumas dessas pessoas continuam até hoje na indústria de equipamentos, alguns mais recentemente, porém dentro da indústria e dando continuidade ao desenvolvimento de novas tecnologias a serviço da melhora na eficiência do uso do insumo água.

Referências

KOMET. **Catálogo técnico**. 2021. Disponível em: https://www.kometirrigation.com/wp-content/uploads/2020/07/Catalog-Komet-Twin-Ultra-PT_FR_A4-Rif.-243.pdf. Acesso em: 12 abr. 2021.

NELSON. **Catálogo técnico**. 2021. Disponível em: https://pdf.agriexpo.online/pt/pdf/nelson-irrigation-corporation-173873.html. Acesso em: 12 abr. 2021.

SENNINGER, **Catálogo técnico**. 2021. Disponível em: https://www.senninger.com/pt/catalogos. Acesso em: 12 abr. 2021.

TOMAZELA, C. Fotos, catálogos e folders de empresas fabricantes de equipamentos de irrigação. Arquivo pessoal, desde 1978.

CAPÍTULO 5

5 HISTÓRICOS, RELATOS E REFLEXÕES PESSOAIS SOBRE O BRASIL COMO PAÍS MEMBRO DA ICID

Helvécio Mattana Saturnino

Resumo

O presente trabalho tem por objetivo prestar um depoimento sobre a *International Commission on Irrigation and Drainage* (Icid) na qualidade de presidente da Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem (Abid), destacando a participação do ex-ministro Alysson Paolinelli.

5.1 Introdução

O professor e ex-ministro Alysson Paolinelli, sempre com suas marcantes cooperações e invejável disposição para estar em todas as frentes, principalmente àquelas que têm o condão para virtuosos empreendedorismos nos agronegócios, com diversas participações na retomada da Abid, tem sido um permanente estimulador desse interminável trabalho, já por mais de duas décadas. Diante essa realidade, alguns fatos e acontecimentos serão relatados, ilustrando a participação do ex-ministro nessas relações internacionais.

5.2 Histórico e relatos pessoais sobre o início da relação do Brasil com a Icid

Na sequência das itinerantes parcerias anuais da Abid pelo Brasil, em 2006, com Goiás, após a apresentação do então presidente da Icid, o engenheiro inglês Peter Lee, no XVI Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem (XVI Conird), evento que faz parte de cada itinerante parceria anual da Abid, o professor Alysson, na coordenação dos debates, questionou o presidente da Icid sobre as dificuldades impostas por países desenvolvidos, que criam barreiras de todas as ordens para os produtos do Brasil. Peter Lee, ao agradecer pela oportuna pergunta, explicou que um dos caminhos para ajudar a superar esses óbices poderia ser maior participação do Brasil na Icid, justamente para promover e fortalecer realizações de grupos internacionais de trabalho, fazer debates com o concurso de agências, a exemplo do Banco Mundial, entre tantas outras com que a Icid mantém vínculos e articulações, para tratar dessas inaceitáveis distorções de mercado. Entre o amplo leque de atividades da Icid, Peter Lee destacou que tratar dos negócios com base na agricultura irrigada, com uma holística visão do setor, era muito desejável e pertinente, sempre a requerer iniciativas de países como o Brasil que, com sua relevância mundial nos agronegócios, deveria se fazer mais presente, inclusive para poder galgar posições no corpo diretivo da Icid e melhor influenciar nas agendas de trabalhos da mesma.

5.3 *International Commission on Irrigation and Drainage (Icid)*

A Icid é uma organização não oficial, formada por chefes dos serviços de irrigação de todos os Estados da Índia que, ao sentir as limitações e dificuldades de acessar o universo de conhecimentos, de tratar de intercâmbios internacionais sobre o desenvolvimento dos negócios com base na agricultura irrigada, da gestão dos recursos hídricos, estava inquieta e procurando formas de melhor equacionar essas cruciais limitações. Essa foi a inspiração para

criação dessa organização internacional, da qual o Brasil é um membro fundador. Nesse histórico, os membros desse Conselho Central de Irrigação e Energia (CBIP) propuseram ao governo da Índia criar uma instituição internacional para o desenvolvimento da ciência e técnica da irrigação em todo o mundo. Além do apoio a essa iniciativa, propuseram que o governo da Índia convidasse os governos de outros países a cooperar com eles na criação de uma organização internacional, não governamental. Houve uma pronta receptividade para essa proposição por parte do governo da Índia.

Assim, a Comissão Internacional de Irrigação e Canais foi formada em 24 de junho de 1950, com seu Secretariado em Nova Deli, Índia, como fruto de uma reunião realizada em Simla, na Índia, com Brasil, Egito, Índia, Indonésia, Itália, Holanda, Sérvia (ex-Iugoslávia), Sri Lanka, Suíça, Tailândia e Turquia como membros fundadores da Icid. Foi adotada uma constituição provisória, aprimorada na primeira reunião do Conselho Executivo Internacional da Comissão, realizada em Nova Deli, em janeiro de 1951, e o nome foi mudado para Comissão Internacional de Irrigação e Drenagem. Em sua 8ª reunião, realizada em abril de 1957, o âmbito da Comissão foi ampliado ao incluir nas suas funções o tema do controle de cheias e gestão fluvial.

Com essa sábia decisão do governo da Índia de articular, apoiar e investir na criação e no funcionamento da Icid, tanto a Índia como outros países passaram a organizar e acessar o que estava em curso mundo afora, com muitos entrosamentos e, anualmente, a realização de ricas programações e de organizadas visitas, sempre incluindo exemplos de empreendedorismos na agricultura irrigada no país sede do encontro anual da Icid, bem como de diversas outras iniciativas para fortalecer o desenvolvimento sustentável da agricultura irrigada.

5.4 Históricos, relatos e reflexões pessoais sobre a relação entre Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem (Abid) e a *International Commission on Irrigation and Drainage* (Icid)

Haviam vários desafios desde a época da virada do milênio, como a gestão integrada de bacias hidrográficas, principalmente com o fomento em favor do Sistema Plantio Direto para os trópicos, foco maior nos Cerrados, e a agricultura irrigada, uma das componentes sempre a exigir uma atenção especial.

O estado da arte das políticas para o setor, com a extinção do Ministério Extraordinário da Irrigação e outras medidas, havia colocado a irrigação como um pequeno apêndice em algum setor do governo federal, sempre como um lembrete, mas sem o arcabouço para dar suporte a uma política nacional, para fazer acontecer os devidos alcances socioeconômicos proporcionados pelo desenvolvimento dos negócios com base na agricultura irrigada, incluindo o aproveitamento dos intercâmbios internacionais.

Ao final da década de 1990, em trabalhos de assessoramento à Secretaria de Recursos Hídricos, do Ministério do Meio Ambiente (SRH/MMA), junto ao secretário Paulo Afonso Romano e equipe de dirigentes, entre estes Fernando Antônio Rodriguez, conhecedor do histórico Abid/Icid, participei de um grupo constituído e liderado pelo próprio Fernando Rodriguez, juntamente com o professor Antônio Alves Soares, da Universidade Federal de Viçosa (UFV), e o pesquisador Ricardo Brito, da Embrapa Milho e Sorgo, em um encontro anual da Icid, na Indonésia. Tivemos que fazer um especial esforço para estarmos lá, iniciarmos com os contatos mais prementes e os acertos que se faziam necessários e tomarmos o maior conhecimento possível do grande universo de atuação da Icid, com suas diversas interfaces. E valeu a pena ter feito isso, pois deu para sentir de perto, com a demonstração da Icid de já estar aglutinando países que representavam mais de noventa por cento da área irrigada do mundo. O mais impressionante, com grandes delegações de países da Ásia, pude sentir de perto o que nos falta, que é a "cultura" da agricultura irrigada, presente nesses países.

Cabe mencionar que o alto interesse do Nobel da Paz (Dr. Norman Borlaug) pelo desenvolvimento do Sistema Plantio Direto nos Cerrados nos aproximou e, na última estada dele no Brasil, tive a oportunidade de comentar o nosso envolvimento, também, com a retomada da Abid, juntando forças com a Associação de Plantio Direto nos Cerrados (APDC), pois os sinergismos e complementaridades entre o Sistema de Plantio Direto e a irrigação e drenagem eram muitos animadores. Ele, sempre muito atencioso e afável, comentou:

> Em todas as visitas ao Brasil, em diversas entrevistas, reuniões, etc., festejam muito as variedades que criamos, mas nunca me perguntaram como matamos a fome na Ásia. Àquela chamada Revolução Verde foi realizada graças à irrigação, com todos os produtores envolvidos, a maioria construindo precários poços para captar a água pois, sem isso, não havia como aproveitar o potencial produtivo das novas variedades. Ele comentou sobre a determinação dos produtores fazendo os poços para a irrigação, a baixa qualidade dos mesmos e as dificuldades enfrentadas. Estranho isso no Brasil, finalizou ele, mas não me lembro de ter sido questionado sobre irrigação. Sem ela, não teríamos a produção para eliminar a fome que ameaçava de morte toda aquela população[1] (informação verbal).

O fato de o governo brasileiro ter desativado as políticas em curso, bem como ter provocado muitos desestímulos, fez com que houvesse interrupções nos relacionamentos com a Icid, incluindo-se nisso a completa falta das devidas atenções do governo brasileiro para com esse compromisso internacional do Brasil. Nos históricos, o Ministério do Interior, sucedido pelo Ministério da Integração Nacional (MI), agora Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), responsáveis pelos pagamentos das anuidades do Brasil, incluindo-se aí, direta ou indiretamente, naturais desdobramentos, como o de lograr efetivas participações na Icid, ficou muito prejudicado. A falta de definições e de políticas do governo em prol da agricultura irrigada, eram questionadas pela Icid nesses relacionamentos internacionais, cujas agendas, na maioria das vezes, eram fruto de naturais demandas por políticas públicas, mundo afora.

Nessa época, mediante os interesses pela implementação do Sistema Plantio Direto nos Cerrados, bem como pela retomada da Abid, o então presidente da Embrapa, Alberto Duque Portugal, e o secretário Paulo Romano (SRH/MMA) pactuaram para que pudéssemos atuar junto a essas duas organizações, seja com trabalhos voltados para o Sistema Plantio Direto, seja para a agricultura irrigada, bem como na conjugação dos dois, contando também com o apoio do Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), da Embrapa Café e de programas de fruticultura irrigada, entre outros. Isso proporcionou estratégicos envolvimentos, apoios e parcerias dessas instituições, bem como maiores facilidades de contatos com o setor público, especialmente em Brasília, desde a época de criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

Dado os sinergismos, complementaridades e oportunidades dos trabalhos em prol de uma agricultura mais sustentável e próspera, os interesses dos setores públicos e privados facilitaram muitos entendimentos. Dentre estes o de evoluir nos acertos com a Icid, incluindo participações em seus encontros anuais, o que redundou em vários entendimentos. Um deles foi o de lograr a presença de presidentes da Icid e de outros dirigentes, como de Comitês Nacionais de outros países, a exemplo do da China, tendo-os conosco no Conird ou em outras oportunidades de intercâmbios no Brasil.

Nesse histórico de fundação da Icid está a presença do Brasil, seguida de uma série de articulações para o Brasil se tornar um país membro da Icid, incluindo as providências para o

[1] Comentário - Dr. Norman Borlaug.

governo brasileiro fazer a sua contribuição anual para a Icid. Na época, com o concurso do Ministério do Interior, por meio do Grupo Executivo de Irrigação para o Desenvolvimento Agrícola (Geida), juntamente com a embaixada do Brasil na Índia, especialmente ao longo de 1969, foi formalizada a participação do Brasil como país membro da Icid, a partir de 1970.

Naquela época, com associados da Abid ligados às mais diversas instituições públicas, o Comitê Nacional Brasileiro da Icid contava, direta e indiretamente, com o apoio do governo para a Abid estar mais presente junto a Icid. Mas, além de crescentes necessidades internas, como realizações do Conird, realizações de cursos, produção de materiais didáticos, edição da revista Item, bem como outras atividades internacionais, a Abid aumentou suas despesas, por atuar, também, em prontos atendimentos de demandas de apoiadores do governo. Diante esse quadro, especialmente na década de 1990, com o governo paralisando políticas em favor da agricultura irrigada, afloraram muitas dificuldades, como a completa paralisação da Abid.

Assim, ao ensejo da virada do milênio, com todas as reflexões, do local ao internacional, despertou-se, mais ainda, sobre a importância de o Brasil se organizar para melhor conhecer e aproveitar suas potencialidades, as pesquisas e estudos. Os organismos existentes, setores públicos e privados, juntarem forças para melhor impulsionar o agronegócio da agricultura irrigada, atuarem com todos os agentes dessas cadeias produtivas e comerciais, perseguindo uma ampla integração científica, tecnológica, mercantil, ambiental em favor da gestão integrada das bacias hidrográficas, tendo a água como um vetor para gerar riquezas e postos de trabalhos, com o fomento da agricultura irrigada para atender a toda gama de produtores interessada em empreender no setor.

Em linhas gerais, com todos os requisitos existentes para lograr prósperos negócios, atentando-se para os bons exemplos e as boas práticas, foi tomada a decisão de trabalhar na retomada da Abid, o que tem sido uma constante desde então, sempre a exigir mais e mais participações, para que haja condições de abraçar e promover o aproveitamento de um infindável leque de desafiantes empreendedorismos e um fantástico potencial a ser devidamente entendido e aproveitado, para que os resultados socioeconômicos, com os atendimentos dos mercados internos e externos, sejam cada vez melhores para beneficiar toda a sociedade.

Vale destacar que, em 2019, por ocasião da celebração dos 70 anos da fundação da Icid, em Nova Deli, a direção da Icid convidou o embaixador do Brasil na Índia, André Aranha Corrêa do Lago, para participar desse evento e fazer um pronunciamento sobre o relacionamento Brasil - Icid. A equipe da Embaixada, por intermédio do Pedro Ivo Ferraz da Silva "*Head of The Energy, Environment and Science, Technology and Innovation Section*", mediante indicação da Secretaria Geral da Icid, entrou em contato comigo.

Pedro Ivo queria informações para subsidiar a participação do embaixador brasileiro, em 24 de junho de 2019, na solenidade na sede da Icid, em Nova Deli. Ao comunicar a ele que a Embaixada do Brasil na Índia, com o concurso dos embaixadores Renato Mendonça e Wladimir Murtinho, após entendimentos governamentais, havia formalizado a decisão do governo de propor a entrada do Brasil como país membro da Icid, o que se materializou em 1970, ele se motivou, mais ainda.

Essa decisão do governo brasileiro propiciou, desde 1969, iniciar com o pagamento das anuidades do Brasil, bem como os investimentos nas participações brasileiras nos itinerantes eventos anuais da Icid, com entrosamentos que foram propiciando aos brasileiros aproveitarem dessa organização internacional, incluindo desde a ocupação de cargos de direção na estrutura da Icid, até a organização de eventos da Icid no Brasil. Mas diante à paralisação por parte do governo brasileiro, todos esses avanços sofreram interrupções. Assim, tínhamos que explicar o processo de retomada da Abid, que estava em curso desde o final da década de 1990. Para isso, lancei mão da ilustração que denominamos "a saga da agricultura irrigada", como um facilitador para mostrar esse histórico de retomada da Abid.

Para melhor elucidar o embaixador, destaquei o empenho dos dirigentes da Icid junto à presidência da Abid e aos organismos do governo brasileiro em superar óbices e retomar as atividades com o Brasil, seja para receber as anuidades, seja para contar com a presença de governantes e profissionais brasileiros atuando junto à Icid. Nessa linha, reiteradamente, eles sempre enfatizaram que, após o Brasil se tornar um país membro da Icid, em 1970, houve um pronto engajamento, o que permitiu ao Brasil ter sido distinguido como sede do *"41st IEC meeting and 14th Congress of Icid in the year 1990 at Rio de Janeiro, and the first Pan-American Regional Conference that was also held in Brazil, at Salvador, Bahia, in the year 1984".* Eles sempre apontam também que o Brasil logrou ter dois vice-presidentes da Icid: Jose Osvaldo Pontes (1982-1985) e Jader Fernandes de Carvalho (1986-1990).

Entendi como muito importante informar ao embaixador do Brasil na Índia, André Aranha Corrêa do Lago que, ao ensejo da virada do milênio, em 2001, em parceria anual da Abid com o governo do Ceará, com diversas atividades ao longo do ano, interlocuções interessantes, pois o governo do Ceará havia criado a Secretaria de Agricultura Irrigada, uma inovação, e estava em curso a retomada do Conird, Congresso Anual da Abid, no qual houve a participação do presidente da Icid, professor Bart Schultz, da Holanda, um destacado profissional, Ph.D., com rico histórico de atividades no *Editorial Team of The Irrigation and Drainage Journal,* conceituado periódico técnico científico da Icid. Para essa retomada do Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, com a realização do XI Conird, a Abid juntou-se com a Associação Brasileira de Engenharia Agrícola (Sbea), para a realização conjunta do *4th Inter-Regional Conference on Environment-Water* (4th IRCEW), com o tema central para esses eventos sendo "O uso competitivo da água, a preservação dos recursos naturais e o desenvolvimento sustentável da agricultura irrigada". Esse esforço resultou na publicação de um livro e propiciou outros desdobramentos, como de interessantes projetos cooperativos internacionais.

Naquela oportunidade, o então ministro da Integração Nacional, Ramez Tebet, que aquiesceu ao nosso convite para estar conosco nesse evento, em Fortaleza, principalmente quando mostramos a ele o símbolo do ciclo hidrológico, para inspirar cada Conird, com dizeres para acompanhar as itinerantes parcerias anuais da Abid, ele ficou muito motivado. Com isso, contei com a atenção do ministro Ramez Tebet e logrei apresentá-lo ao presidente da Icid. Fiz referência à mensagem que ele havia feito e estava publicada na Revista Item 50 (SATURNINO, 2001), daquele evento, incluindo, com muita felicidade, escopos como os comungados pela Icid. Tudo indicava que iríamos pautar um virtuoso caminho, tendo a Abid como o Comitê Nacional Brasileiro da Icid e o ministro Ramez Tebet, mediante o convite do presidente da Icid para ele participar de um Encontro Anual da Icid e visitá-lo em Nova Deli, havia se mostrado muito interessado por essas articulações internacionais em prol da agricultura irrigada. Mas minhas expectativas foram frustradas, com uma efêmera passagem do Ramez Tebet como ministro do MI.

Houve a mudança de governo e o secretário Executivo do MI, Márcio Lacerda, inclusive acumulando a Presidência da Codevasf por um período, convidou-me para estar com ele, quando lançaram um arrojado trabalho, com um grande envolvimento de profissionais ligados à agricultura irrigada, de diversas instituições, mobilizando-os para realizarem o levantamento do estado da arte de todos os perímetros públicos de irrigação do Brasil. Ao longo dessas atividades, pude mostrar a ele que o Brasil tinha o compromisso internacional com a Icid, e estava inadimplente em cerca de US$30000.00 (trinta mil dólares). Imediatamente ele me pediu a documentação e ordenou o pagamento, cujo trâmite interno no MI, que era o responsável pelo pagamento, passou a funcionar normalmente, até quando foi criada a Secretaria Nacional de Irrigação (Senir). Por coincidência, justamente nessa época de instalação da Senir, o governo havia centralizado todos os compromissos internacionais do

Brasil na Secretaria de Assuntos Internacionais do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (Seain), para serem continuados só após a aprovação desta.

O secretário de infraestrutura hídrica do MI, Ramon Rodrigues, participante e conhecedor do trabalho da Abid e desses trâmites burocráticos no MI, foi ser o primeiro secretário da Senir. Para atender a essas novas exigências, procurei o secretário da Seain. Por coincidência, estava lá o jovem e brilhante executivo Alexandre Meira da Rosa, como o secretário da Seain. Foi repassada toda documentação e os contatos na Icid. Foi confirmada a Abid como o Comitê Nacional Brasileiro da Icid. Essa ação procurou valorizar a agricultura irrigada no Brasil, bem como todo o seu potencial de explorar o relacionamento internacional.

O secretário Ramon Rodrigues, da Senir, com a aprovação e orientação da Seain, deu o parecer favorável para o MI pagar a anuidade cobrada pela Icid para o Comitê Nacional Brasileiro da Icid, a Abid. Os pagamentos foram feitos até àquela época. Mas a Senir, que teve 13 secretários em sua curta existência, interrompeu com os procedimentos para o MI pagar as anuidades do Brasil para a Icid, colocando o Brasil como inadimplente. Essa pendência continua no MDR. Com o grande interesse dos dirigentes da Icid por ter essa situação devidamente equacionada, os mesmos têm atuado em todas as oportunidades formalizando documentos, seja pelos canais diplomáticos, a exemplo dos com a Embaixada do Brasil na Índia, seja dirigindo-se diretamente aos ministros do MI e do Mapa, entre outras iniciativas.

Como já mencionado no início deste depoimento, em 2006, logramos ter o presidente da Icid, Peter Lee, atuando conosco. O governo de Goiás como parceiro da Abid naquele ano, como estado palco para visitas a exemplares empreendimentos nos Cerrados, com especial destaque para o município de Cristalina, direto concurso de seu sindicato rural, proporcionou uma excelente demonstração sobre a reservação das águas e o manejo da agricultura irrigada ao longo do ano. As estratégias de gestão das bacias hidrográficas e conservação dos recursos naturais para melhor regular o fluxo hídrico ao longo do ano e ter melhor oferta de água para a irrigação, foram evidenciadas e discutidas. Com essa organização daquele Conird houve uma ímpar oportunidade para o presidente da Icid conhecer e discutir, *in loco*, o empreendedorismo na agricultura irrigada nos Cerrados. Com o envolvimento de produtores, consultores, serviços de Ater, professores e estudantes da Universidade Federal de Goiás, de pesquisadores da Embrapa, e, com uma atuante comissão organizadora dos eventos, houve, também, a participação dos diversos organismos do governo de Goiás, de produtores e suas organizações, a exemplo da Federação da Agricultura do Estado de Goiás (Faeg), de Sindicatos Rurais, do Senar e Cooperativas.

Com isso, foram visitados os mais diferentes portes de empreendimentos, culturas perenes e temporárias, do café a hortaliças, com atenções para todas as fases de cada cadeia de negócios, incluindo-se também a pecuária bovina, com pastagens irrigadas, a integração lavoura e pecuária, com mais equilíbrio no aproveitamento dos sinergismos e complementaridades existente em cada caso. Para o planejamento e a gestão dos projetos de irrigação, tendo a disponibilidade de água, de energia elétrica e a capacidade de cada investidor, como pilares para iniciar a concepção de qualquer projeto, o presidente da Icid ficou muito impressionado com o dinamismo da agricultura irrigada nos Cerrados e os diversificados trabalhos em curso.

Com o envolvimento das empresas fornecedoras de equipamentos, insumos e serviços para a agricultura irrigada, foram dois dias de campo que encerraram os eventos, coroando-os com uma grande satisfação de todos os participantes. Ao final, foi anunciada a parceria da Abid com o Rio Grande do Norte em 2007, a realização do XVII Conird em Mossoró (RN) e, para 2008, foi anunciada a parceria da Abid com o governo do Espírito Santo. Isso ensejou o convite da Abid para o presidente Peter Lee participar do XVIII Conird, como conferencista da abertura e, se viável, ir a Brasília para atividades junto ao governo brasileiro.

Nessa época, o Brasil logrou um marcante feito na Icid. Em 2007, pelo mérito dos persistentes trabalhos dos primos Werner e Herbert Arns, na Fazenda Águas Claras, Uruguaiana (RS), com a conversão da irrigação por superfície em irrigação por aspersão, utilizando de pivôs centrais, eles dobraram a produção de arroz por m³ de água utilizado e estavam tendo condições, principalmente com a utilização dos fundamentos do Sistema Plantio Direto, de implementar uma melhor sequência de culturas ao longo do ano. Na qualidade de Comitê Nacional Brasileiro da Icid, a Abid, com a colaboração de vários profissionais, havia os candidatados para o *WatSave Award* de 2007, e eles foram proclamados vencedores dessa competição mundial na reunião anual da Icid, em Sacramento, na Califórnia. Naquele ano, em parceria da Abid com o Rio Grande do Norte, na abertura do XVII Conird, em Mossoró, compartilhei com todos a conquista desse pódio internacional pelo Brasil. O presidente da ANA, professor José Machado, presente na solenidade, celebrou dizendo que era a primeira vez que o Brasil ganhava uma distinção internacional pela economia na utilização da água. A governadora do Rio Grande do Sul, Yeda Crusius, posteriormente, com a presença dos produtores e vários convidados, em uma concorrida solenidade em Palácio, em Porto Alegre, juntamente com o presidente da Abid, o presidente da Csei/Abimaq e o secretário de Irrigação do RS, exibiu o prêmio *WatSave Award* 2007 para toda a plateia e, simbolicamente, o entregou ao Werner Arns, para homenageá-lo também como expressivo produtor e membro do Instituto Rio Grandense de Arroz (Irga), tradicionalmente com elevadas produções de arroz irrigado por superfície, o que fazia a realização dele muito mais expressiva. Assim, a governadora ressaltou o inovador trabalho dos agraciados, agradecendo-os, nos cumprimentou pela Abid ter promovido essa candidatura dos produtores gaúchos e a vencido. Fazendo uma especial distinção para todos, a governadora festejou esse feito internacional para a classe produtora, bem como para o Rio Grande do Sul e todo o Brasil.

Em 2008, em São Mateus (ES), o presidente da Icid, Peter Lee, como conferencista de abertura do XVIII Conird, ressaltou também a premiação dos produtores brasileiros com o WatSave Award 2007 em função da produtividade da água na cultura do arroz, assunto de interesse em todo o mundo. Com a participação da Câmara Setorial de Equipamentos de Irrigação da Abimaq, entendimentos da direção da Abid com a Codevasf, em Brasília, após o XVIII Conird no Espírito Santo, foi realizado um seminário no auditório da Codevasf, em Brasília, com o presidente Peter Lee, da Icid, tendo feito uma ampla exposição sobre a Icid e as necessidades e oportunidades de maior participação do Brasil nesta instituição, sugerindo o fortalecimento do Comitê Nacional Brasileiro da Icid, constituído pela Abid. Para esse seminário, com apoio da Codevasf e da Abimaq, foram convidados a participar um amplo universo de instituições, a começar pela própria Codevasf, parceira na realização do evento, com amplos conhecimentos do universo de instituições e profissionais ligados ao mundo da agricultura irrigada, incluindo representantes da frente parlamentar da agropecuária, da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), da Embrapa, entre outros. Nesse "corpo a corpo", os esforços para motivar o governo a investir no desenvolvimento da agricultura irrigada, aproveitando-se, ao máximo, as potencialidades brasileiras, com articulações e continuados trabalhos em favor da difusão, capacitação e fortalecimento da "cultura" em torno da agricultura irrigada, para favorecer esses empreendedorismos, aproveitando-se junções de forças, a exemplo de trabalhos internacionais, como o da Icid.

Em 2012, o professor Gao Zhanyi, da China, como presidente da Icid, foi convidado para participar da *Rio + 20*, entrou em contato comigo para evoluirmos em entendimentos em prol da maior participação do governo brasileiro na Icid. Para isso, ele já havia promovido a vinda de uma grande delegação do Comitê Nacional Chinês da Icid para visitar o Brasil. Então, pediu-me para recebê-la em Brasília e realizar encontros e visitas ao campo. Àquela época, com uma grande delegação, composta de autoridades do governo da China, foi feita uma

extensa reunião com a Diretoria e técnicos da ANA, além de outros contatos. A maior curiosidade deles tanto nos contatos institucionais, como em visitas no campo, com perguntas diretas e indiretas, era a de entender, como um país com as condições brasileiras, relativamente, irrigava tão pouco. A área irrigada da China era maior que a do Brasil em mais que dez vezes. Esses assuntos, naturalmente, faziam parte das conversas com o presidente Gao Zhanyi, da Icid, enquanto seguíamos as programações da *Rio + 20*. Pretendíamos, também, procurar os ministros, como Fernando Bezerra, do MI e Mendes Ribeiro do Mapa, seguindo orientações de assessores internacionais dos mesmos para termos uma reunião com o presidente da Icid. Na prática, ficamos nas formalidades dos cumprimentos, pois os atropelos das agendas era uma constante. Nesses desencontros, pude contar com a especial atenção do presidente da Codevasf, Elmo Vaz, e com as facilidades do estande dele, para termos uma longa reunião com ele e três assessores, dando todas as atenções para o professor Gao Zhanyi, com quem já havia percorrido muitos estandes da *Rio + 20*, participado de eventos, ele ansioso para fazer perguntas. Gosto de chamar a Codevasf como a casa da agricultura irrigada, e fiz essa introdução para o presidente da Icid ao apresentá-lo ao Elmo e equipe. Com isso o professor Gao sentiu-se em casa, fez perguntas e logramos ter uma excelente reunião, intercalada com exposições da Codevasf.

Em 2014, em um *Side Meeting on Irrigation and Drainage in South America*, articulado junto ao Inovagri, em Fortaleza, o vice-presidente da Icid (professor Ragab), a vice-presidente honorária da Icid (Ms. Samia El-Guindy do Egito) e o ex-secretário-executivo da Icid (Suresh Kulkarni da Índia), com os reiterados interesses da direção da Icid, queriam achar caminhos para fortalecer bases na região e promover mais cooperações para a entrada e participações dos países da América do Sul nesse fórum internacional em favor da agricultura irrigada, constituído pela Icid. Um trabalho muito difícil, que contou com nosso apoio e apresentações. Os comparecimentos foram muito aquém das expectativas da Icid. O professor Ragab Ragab que, na qualidade de vice-presidente da Icid, havia juntado forças para promover aquele evento paralelo com foco na América do Sul, é o atual presidente da Icid.

Ao ensejo dos preparativos e da realização do 8º Fórum Mundial da Água, que aconteceu em Brasília, no período de 18 a 23 de março de 2018, a direção da Icid articulou vários entendimentos com a direção da Abid no sentido de representá-la, juntando forças e facilitando o atendimento às convocações e necessidades do 8th WWF. Nas edições 113 (SATURNINO, 2017a), 114 (SATURNINO, 2017b) e 115 (SATURNINO, 2017c) da Revista Item, em diversas parcerias, especialmente com o Ceará, foram evidenciadas muitas realizações conjuntas como do Inovagri Internacional Meeting, do XXVI Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem (XXVI Conird) e do III Simpósio Brasileiro de Salinidade, com a integração do Instituto Inovagri, a Abib e a UFC, com o apoio do governo do Ceará e diversas instituições públicas e privadas, que propiciaram um especial apoio para o atendimento da Icid. Para participar desse trabalho, a Abid convidou e logrou-se contar com o professor da *James McGill University*, Canada, Dr. Chandra A. Madramootoo, presidente honorário da Icid, coordenador mundial, para tratar dos temas da Agricultura Irrigada no 8º Fórum Mundial da Água, que foi o conferencista de abertura desses eventos conjuntos.

Para aproveitar a estada do Chandra entre nós, foram realizadas duas oficinas, com detalhamentos sobre os trabalhos realizados pela Esalq/USP, sob a liderança do professor Durval Dourado Neto, que evidenciou o potencial de crescimento da agricultura irrigada no Brasil, bem como de um amplo leque de outros pertinentes temas. Nesse universo de interlocuções, ele pode discutir sobre as expectativas e as experiências passadas com o WWF, bem como fazer viagem específica para São Paulo e participar de um Seminário organizado pela Secretaria da Agricultura daquele estado. É interessante destacar que o professor Chandra foi Diretor de Agricultura e Meio Ambiente da *James McGill University* por dez anos.

Quando da realização do 8º Fórum Mundial da Água, o presidente da Icid (Dr. Felix Reinders, da África do Sul) e o secretário geral da Icid (Dr. Ashwin B. Pandya, da Índia), sabedores que eu só poderia estar em Brasília dois dias após a chegada deles, ao serem recebidos pela organização do Fórum, tomaram a iniciativa de tentar agendar uma reunião com quem representasse a política nacional de irrigação e drenagem no Brasil. Eles ficaram frustrados, pois os interlocutores, após diversas consultas, disseram a eles que não haviam identificado, em nenhum ministério, uma autoridade para recebê-los. Assim que nos encontramos, incrédulos, expliquei que a Secretaria Nacional se Irrigação (Senir), vinculada ao Ministério da Integração Nacional tinha sido extinta e, isso, certamente, teria sido a razão da resposta. Mas, durante o Fórum, mesmo sabendo da falta de uma política nacional para a agricultura irrigada, tentei mostrar, o máximo possível, inclusive com apresentações de ex-funcionários da Senir, bem como de várias organizações, entre elas a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), quando foi dito a eles que o presidente da CNA já havia proposto a transferência do comando da política nacional de irrigação para o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa).

5.5 Considerações finais

A agricultura irrigada é responsável por mais de 40% das colheitas mundiais e ocupa em torno de 18% da área com explorações agrícolas no globo terrestre. A irrigação gera empregos permanentes, propicia o uso dos fatores de produção ao longo do ano, é fundamental para a segurança alimentar da humanidade, diminui a pressão por abertura de novas áreas, facilita a constância da oferta qualitativa e quantitativa dos produtos e, como um dos benefícios mais relevantes, minora substancialmente o que há de mais perverso na agricultura, que é o seu grande risco, que pode comprometer desde o produtor até o abastecimento mundial, com graves perdas, pobreza e fome (SATURNINO, 2001)

Ao amalgamar o concurso de renomados profissionais estrangeiros para interagir com os brasileiros, esta programação enseja holísticas abordagens sobre o ciclo hidrológico e as demandas de água para utilização na agricultura irrigada. Na prática, como melhor intervir no ciclo hidrológico para otimizar as taxas de fotossíntese e a produção de fotoassimilados. Isso faz refletir sobre o alcance dos investimentos na reservação das águas, na conservação dos recursos naturais, na drenagem e na irrigação, ampliando o universo de compartilhamento das águas, para melhor atender aos seus múltiplos usuários. A gestão integrada das Bacias Hidrográficas em favor de maior oferta de água ao longo do ano, bem como sua racional utilização por todos os usuários, é pilar para que haja maior segurança hídrica, alimentar, energética, ambiental e, sobretudo, prosperidade, favorecendo bons empreendimentos. Além de produzir alimentos, fibras, biocombustíveis e outros bens, a agricultura irrigada também tem a virtude de comparecer como parceira do saneamento e da revitalização dos corpos d'água, com a racional utilização das águas servidas, com adequados projetos de reúso, devolvendo-as puras ao ciclo hidrológico, com geração de riquezas e postos de trabalho (SATURNINO, 2017a).

Os negócios proporcionados pela agricultura irrigada configuram-se atrativos, mas requerem mais e mais conhecimentos, planejamento e gestão. Eis aí um permanente desafio brasileiro! Graças à gestão dos conhecimentos e às boas práticas, exitosos exemplos de produtores e arranjos produtivos e comerciais em torno da agricultura irrigada já podem ser vistos pelo Brasil afora. Um País considerado como o de melhores condições edafoclimáticas, com vantagens comparativas perante o mundo para fazer multiplicar esses empreendimentos, mitigar o perverso risco agrícola e dar expressivos saltos em produtividade,

ainda irriga somente cerca de 10% do que a Índia ou a China irrigam, e cerca de 20% da área irrigada dos Estados Unidos. Com uma estimativa de cerca de 6,2 milhões de hectares, estudos indicam que o Brasil tem o potencial de multiplicar por dez essa área irrigada. Com sabedoria, isso pode significar geração de riquezas e postos de trabalhos, melhores atendimentos aos mercados interno e externo, com um virtuoso e equilibrado desenvolvimento. Mas isso requer capacitação de pessoas, com os devidos enfrentamentos, caso a caso, fazendo permear resultados de pesquisas, inovações e toda a gama de conhecimentos das diversas interfaces que o negócio da agricultura irrigada tanto almeja. As provocações, exemplos e inspirações que a história mundial da agricultura irrigada nos traz são decorrentes de aprendizados, frutos de erros e acertos, acompanhados de pesquisas, conhecimentos, planejamento e compromissos com a boa governança e a gestão, tanto no público como no privado" (SATURNINO, 2017b).

A água é vital na produção de alimentos e a agricultura irrigada, ao intensificar o uso dos fatores de produção ao longo do ano, fazendo cada vez mais com menos, tem um preponderante e crescente papel para melhor atender ao Brasil e às suas oportunidades nos mercados mundiais. Para os Fóruns Mundiais da Água, já realizados, sempre com grande destaque para o saneamento, cuja importância é indiscutível, fica oportuno enfatizar a agricultura irrigada como parceira do saneamento e revitalização dos corpos d'água, com a capacidade de utilizar águas servidas, incluindo as dos esgotos, depurando-as e devolvendo-as ao ciclo hidrológico, com geração de riquezas e empregos. Isso precisa ser devidamente considerado. Bacias Hidrográficas, a exemplo da do Rio São Francisco, que já atravessa décadas com decantadas iniciativas de revitalização, ao atentar para esses reúsos e aliar o rural ao urbano, bem como aos mais diversos empreendimentos que precisam ter seus dejetos devidamente depurados, têm todos os ingredientes para despertar interesses dos setores responsáveis pelo saneamento, que precisam atentar para esta oportunidade. Bons negócios, muita praticidade, um ganha-ganha, com edificantes desdobramentos" (SATURNINO, 2017c).

O trabalho da Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem (Abid) implica em muitas interfaces com diversos organismos do governo federal, bem como dos Estados, Distrito Federal e municípios, para que haja um pronto e harmonioso desenvolvimento, com crescentes atrativos para os investimentos do setor privado e estratégicos apoios do governo.

A Abid, que é o Comitê Nacional Brasileiro da Icid, e que tem perseguido a retomada de suas atividades, tem tido o desafio de fazer com que o governo brasileiro, que colocou o Brasil como país membro dessa instituição, abrace esse compromisso de intercâmbios e cooperações internacionais, aproveitando-os cada vez mais e melhor. Sabemos estar longe disso, e há um virtuoso e desafiador caminho a ser percorrido.

Em decorrência dessas implicações, o agronegócio brasileiro requer mais e mais participações e engajamentos dos organismos de governo, para que haja as devidas seguranças para empreender e aproveitar, com sabedoria, as inúmeras vantagens comparativas do Brasil perante o mundo.

Diante do exposto, fica clara a importância estratégica do Brasil ser país membro da Icid.

Referências

SATURNINO, H.M. Editorial: uma imperdível oportunidade. Brasília**, Revista Irrigação e Tecnologia Moderna**, v.50. 2001.

SATURNINO, H.M. Editorial: muitos desafios e motivações advindos do Ceará. Brasília, **Revista Irrigação e Tecnologia Moderna**, v.113. 2017a.

SATURNINO, H.M. Editorial: empreender em favor dos melhores negócios para um equilibrado desenvolvimento. Brasília, **Revista Irrigação e Tecnologia Moderna**, v.114. 2017b.

SATURNINO, H.M. Editorial: uma oportunidade para edificantes avanços. Brasília, **Revista Irrigação e Tecnologia Moderna**, v.115. 2017c.

Parte II
ECONOMIA

Parte II - ECONOMIA

CAPÍTULO 6

6 SITUAÇÃO E POTENCIAL DA IRRIGAÇÃO SUSTENTÁVEL NA AGRICULTURA FAMILIAR

Aziz Galvão da Silva Júnior e Everardo Chartuni Mantovani

Resumo

A expansão da agricultura irrigada é uma estratégia prioritária para atender a demanda crescente por alimentos sem aumentar a pressão por novas áreas. Para a agricultura familiar, ou cerca de 500 milhões dos 570 milhões de estabelecimentos rurais no mundo, a irrigação é a tecnologia chave para aumentar a produção, gerar renda e contribuir para a redução da pobreza rural. Em países como a China e Índia, as áreas irrigadas, ou cerca de 70 milhões de ha, são cultivados majoritariamente por agricultores familiares. No Brasil, 466 mil propriedades com área menor que 100ha adotam a irrigação, o que equivale a cerca de 90% do total de irrigantes e somente 30% da área total. Por outro lado, estes agricultores são responsáveis pela maior área com métodos pouco eficientes e com grande potencial de melhoria. Aproveitar o potencial de expansão da irrigação de qualidade na agricultura brasileira em geral e na agricultura familiar em particular é um desafio complexo que depende da difusão de tecnologia, além de políticas públicas, melhoria da infraestrutura e crédito. Para que esta expansão seja sustentável e viável, a gestão eficiente dos recursos hídricos é imprescindível, pois a água é, na prática, um recurso geograficamente e temporalmente limitado.

6.1 Introdução

O aumento da produção de alimentos, a preservação dos recursos naturais e a diminuição da pobreza são desafios globais relacionados diretamente à agricultura. Para aumentar a produtividade, otimizar o uso dos recursos produtivos e, em especial, gerar receitas suficientes para que as famílias no meio rural tenham condições de vida digna, a adoção de tecnologia é imprescindível. A irrigação é a tecnologia que permite, ao mesmo tempo, atender a demanda crescente por alimentos sem aumentar a pressão por novas áreas agrícolas. A expansão da agricultura irrigada é uma prioridade e, para a agricultura familiar, uma oportunidade.

De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO), há aproximadamente 570 milhões de propriedades rurais no mundo (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS, 2014). Estima-se que mais de 500 milhões de estabelecimentos podem ser considerados como familiares, nos quais o gerenciamento e o trabalho são realizados predominantemente pela própria família. Cerca de 470 milhões das propriedades familiares ocupam área menor que 2 ha e metade delas localizam-se em países de baixa ou média baixa renda conforme critérios do Banco Mundial, ou seja, países com renda per capita menor que 1.000 e entre 1.000 e 4.000 dólares por ano respectivamente (LOWDER, 2014). Em termos mundiais, as propriedades rurais familiares geram 80% do valor da produção agrícola e têm papel central na segurança alimentar da geração atual e das gerações futuras (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS, 2014). Entretanto, em algumas regiões, principalmente em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, muitos agricultores familiares não são capazes de gerar renda e

produzir alimentos para garantir o consumo mínimo da própria família. Apesar da produção mundial de alimentos ser suficiente para alimentar a população atual, há ainda 842 milhões de pessoas que passam fome cronicamente. Paradoxalmente, cerca de 70% destas pessoas vivem no meio rural. Nestas regiões, a pobreza rural é resultado de um conjunto de fatores históricos, socioculturais, geográficos, econômicos e climáticos específicos. Além de inaceitável moralmente, a pobreza rural é a principal causa da migração para centros urbanos, provocando novos problemas. Portanto, ações efetivas são prioritárias e urgentes para que a agricultura familiar deixe de ser parte do problema para contribuir efetivamente para a produção de alimentos e diminuição da pobreza. O estímulo à agricultura irrigada sustentável é uma destas ações.

Apesar de ocupar somente 20% da área agrícola mundial, as áreas irrigadas são responsáveis por cerca de 40% do volume e 50% do valor econômico da produção.
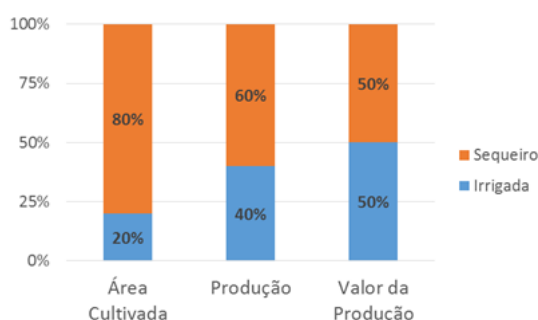
Figura 1. Comparação da agricultura irrigada com a de sequeiro: participação da irrigação na área cultivada, produção e valor da produção mundiais (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS, 2017).

De acordo com a FAO, 308 milhões de hectares estão equipados para irrigação, sendo que 255 milhões são efetivamente irrigados (SIEBERT, 2013). Entretanto, a área colhida anualmente equivale a 360 milhões de ha, ou seja, como a irrigação permite mais de uma safra por ano, a intensidade média de cultivo é de 130%. Em regiões com alta tecnologia, a intensidade de cultivo pode atingir 300% e na Ásia, que representa 80% da área mundial irrigada, este índice ultrapassa 170%. Neste continente, a irrigação é realizada basicamente por agricultores familiares. Sem a irrigação, países como a China e a Índia não seriam capazes de alimentar mais de 1/3 da população mundial e nem gerar renda para milhões de famílias que vivem no meio rural. Em relação à demanda global nos próximos 25 anos, a FAO estima que 80% dos alimentos deverão ter origem em áreas irrigadas, pois esta tecnologia é a mais adequada para aumentar a produção sem aumentar a pressão por novas áreas para a agricultura. Em regiões como a África, a irrigação, mesmo utilizando métodos simples, tem impacto socioeconômico significativo, como indicam projetos implementados por organizações mundiais (SMITH, 2014). Entretanto, a irrigação deve ser analisada no contexto amplo de desenvolvimento sustentável, levando em consideração a gestão dos recursos hídricos, a utilização de tecnologias adequadas, o ambiente institucional, além do mercado de insumos e produtos. Todos estes fatores são transformados em ações concretas pelas decisões dos agricultores através do manejo da irrigação e da gestão da empresa rural.

6.2 Agricultura familiar, sustentabilidade e irrigação

Não há consenso em relação a definição de agricultura familiar. Entretanto, as diversas definições usam normalmente como critérios básicos a posse da terra, o gerenciamento do empreendimento e a origem da mão-de-obra. Outras definições enfocam critérios como o tamanho da propriedade, a escala de produção e a renda. Um comitê internacional definiu agricultura familiar como:

> Uma forma de organização de base agrícola, florestal, pesqueira, pecuária e aquacultura gerenciada e operada pela família, empregando mão-de-obra predominantemente familiar. A família e a propriedade rural estão relacionadas, se desenvolvem conjuntamente e combinam funções econômicas, ambientais, sociais e culturais (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS, 2013, p.2).

Apesar desta definição não incluir explicitamente a questão da área, estima-se que 72% das propriedades familiares têm menos de 1 ha e 84% menos que 2 ha. Por este motivo, muitos autores utilizam o termo *smallholders* para designar a produção agrícola em pequena escala, normalmente considerando também características como baixa produção, dificuldade de acesso a recursos produtivos, atuação significativa na economia informal e a vulnerabilidade socioeconômica (ETHICAL TRADING INITIATIVE, 2005). Em termos de distribuição mundial, 59% das propriedades familiares encontram-se na China e Índia. Mesmo em países de alta renda, a agricultura familiar é representativa. O termo agricultura familiar é utilizado nos Estados Unidos (EUA) utilizando-se critérios de tamanho e renda. Na Europa, além dos critérios de escala, forma de gerenciamento e origem do trabalho, é dada especial importância para aspectos culturais e para as tradições locais.

No Brasil, a Lei 11.326 de 2006 define como agricultura familiar as propriedades com menos de quatro módulos fiscais, nas quais o gerenciamento e a mão-de-obra são predominantemente familiares e somente um percentual mínimo da renda é obtido fora da propriedade. Com a criação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) em 1996, o documento DAF (Declaração de Enquadramento no PRONAF) verifica os critérios descritos na lei e é critério essencial para a concessão de diversas linhas de crédito. Do ponto de vista sociológico e político, os termos agricultura familiar, campesinato, latifúndio e agronegócio estão inseridos na chamada questão agrária (HELFAND, 2014). A discussão acadêmica resultou em ações de política públicas com a criação, em 1999, do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA). Em 2018, a existência de dois ministérios para a Agricultura deixou de existir. Com a extinção do MDA, funções e secretarias deste ministério foram incorporadas a Autarquias e Secretarias vinculadas ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Mudanças nesta gestão em um sentido ou outro estão associadas a visão política da questão e na verdade devem ser avaliadas em função dos reais resultados alcançados e não do modelo adotado.

A despeito da discussão ideológica e política, a agricultura, independentemente da área, escala e forma de gerenciamento e operação, está inserida em uma cadeia de produção. Em 1957, os pesquisadores de Harvard, John Davis e Ray Goldberg, definiram o termo *agribusiness*. Esta abordagem surgiu do fato da divisão tradicional da economia entre setores primário, secundário e de serviços não ser suficiente para explicar as relações e o funcionamento das cadeias de produção de alimentos. Neste sentido, qualquer unidade econômica envolvida na produção de insumos, passando pela produção agrícola propriamente dita, indústrias de processamento e empresas de distribuição, faz parte do *agribusiness* ou agronegócio, como o termo foi traduzido para o Português. Agricultura familiar não é, portanto, um contraponto ao agronegócio e qualquer agricultor que compre um insumo e venda seu produto está inserido em uma rede de organizações e de relações econômicas. Esta rede é cada vez mais complexa e deve considerar não só o fluxo de produtos, mas também os impactos da produção na sociedade e, especialmente no meio ambiente.

A discussão sobre desenvolvimento econômico e preservação ambiental passou a ser um tema chave nas discussões econômicas a partir de 1972 com a publicação do livro *Limits do Growth*. Este livro foi resultado da iniciativa de um grupo de cientistas reunidos no chamado "Clube de Roma". Entretanto, os impactos ambientais da agricultura, em especial o uso de

produtos químicos, já tinham sido apontados e ganhado visibilidade na sociedade uma década anterior com a publicação em 1962 do livro *Silent Spring* da bióloga Rachel Carson. Nos anos 80, a Organização das Nações Unidas (ONU) criou a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, indicando como presidente a Ex-Primeira Ministra da Noruega, Gro Harlen Brundtland. *Obs: depois de presidir a comissão ela voltou a ser Primeira Ministra, mas em 1983 ela era Ex-Primeira Ministra.* O documento, com o título "*Our Common Future*" passou a ser conhecido também como Relatório Brundtland e incorporou as visões críticas sobre o modelo de desenvolvimento e seus impactos ambientais, além de definir desenvolvimento sustentável como "o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades".

O problema econômico da distribuição equânime da riqueza, não solucionado nos séculos e nas décadas passadas e ainda muito longe de ser solucionado no presente, foi ampliado para a discussão do uso e preservação equânime de recursos entre gerações. Reduzir com urgência a pobreza e preservar o meio ambiente para as gerações futuras são os maiores desafios da geração atual. Em 2015, todos os membros das Nações Unidas se comprometeram com 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) descritos no documento "Agenda para o Desenvolvimento Sustentável" (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2020). Estes objetivos abordam deste a erradicação da pobreza (ODS 1) até parcerias e meios de implementação do desenvolvimento sustentável (ODS 17).

As mudanças climáticas, a preservação da biodiversidade e a questão hídrica são os temas chave da agenda ambiental e consequentemente do desenvolvimento sustentável. Todos eles estão diretamente relacionados com a produção agrícola e de uma maneira direta ou indireta afetam a disponibilidade do seu recurso fundamental que é a água. Este recurso é básico para a própria existência humana e essencial para as atividades econômicas. O ODS 6 aborda especificamente a água e "busca assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e saneamento para todos" (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2020). Além deste ODS, o uso da água e, por extensão da irrigação, estão relacionados com metas de outros objetivos como: ODS 1: 1.1 Erradicar a pobreza extrema, 1.2 Reduzir à metade o número de pessoas que vivem na pobreza, ODS 2: 2.1 Garantir o acesso a alimentos, ODS 8: 8.1 Promover o crescimento econômico sustentável e ODS 15: 15.3 Combater a desertificação e restaurar solos degradados (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS, 2020).

A disputa, ou rivalidade, pelo uso da água é a causa de inúmeros conflitos ao longo da história humana. A própria origem da palavra "rivalidade" está relacionada a uma a questão hídrica. Em latim "*rivus*" significa ribeiro, arroio e regato, e é a raiz da palavra rio em português. Com o acréscimo do sufixo "*alis*" surgiu a palavra "*rivalis*", que significava originalmente "aqueles que compartilham o uso de um rio" (WALLACK, 2007; SILVA JÚNIOR *et al.*, 2018). Se o uso da água pode ser o motivo de disputas e, algumas vezes, a causa de conflitos graves, por outro lado, as regiões mais eficientes na produção de alimentos no mundo são exatamente aquelas que, além de outros fatores favoráveis, gerenciam eficientemente os diferentes interesses relacionados ao uso da água.

As características inerentes da água tornam o gerenciamento dos recursos hídricos especialmente complexo. Apesar de ser um dos recursos mais abundantes da terra e do ponto de vista global fazer parte de um sistema fechado, na prática, menos de 1% da água do planeta está disponível para o consumo. Na maioria das regiões, a disponibilidade hídrica é restrita em algum período do ano. Portanto, a água pode ser considerada um recurso limitado. Do ponto de vista econômico, a água superficial ou subterrânea disponível é um bem classificado como "bem comum", com as características de consumo rival e não excludente. Para bens comuns, o uso do recurso por uma pessoa impede ou reduz o consumo de outra, ou seja, o consumo é rival. Ao mesmo tempo, a exclusão de usuários "não autorizados" se não é impossível no caso da água, é complexa e de custo elevado pois exige um sistema

eficiente de monitoramento. Portanto, na prática, a água pode ser considerada um recurso natural de consumo não excludente.

A exaustão dos recursos naturais, em especial aqueles considerados como bens comuns ou em inglês *common pool resources* é uma preocupação chave na questão ambiental. O ecologista Garrett Hardin, em um artigo publicado na revista Science em 1968, chamou a atenção para situação na qual os usuários, agindo de forma racional e de acordo com seus próprios interesses, levam ao esgotamento dos recursos comuns (HARDIN, 1968). Esta situação passou a ser conhecida como a "Tragédia dos Bens Comuns", ou como é conhecido na literatura internacional, *The tragedy of the commons*. Esta visão pessimista baseia-se no pressuposto de que o comportamento dos indivíduos é egoísta, focado em ganhos de curto prazo e não influenciado por possíveis sanções sociais (SILVA JÚNIOR *et al.,* 2018). Outros pesquisadores, em especial a ganhadora do prêmio Nobel de economia em 2009 Elinor Ostrom, mostraram que a tragédia dos bens comuns é real, mas não necessariamente inevitável. As relações sociais, através de mecanismos como a reputação, as políticas públicas e a atuação dos governos federais e regionais em conjunto com grupos locais desempenham papel chave nos sistemas eficazes de governança de bens comuns, como a água (SILVA JÚNIOR *et al*., 2018; HOFFMAN *et al*., 2015; OSTROM, 2009; OSTROM *et al*., 1999; OSTROM, 1990). Entre as características de sistemas de sucesso de gestão de recursos comuns como aquíferos e sistemas de irrigação, podem ser citados o funcionamento de um sistema de monitoramento eficiente, a aplicação de leis com sanções graduais e a existência de laços de confiança entre os agentes.

Considerando a gestão e disponibilização de água para a planta, divide-se a agricultura em agricultura de sequeiro e agricultura irrigada. Entretanto, existem alternativas e técnicas híbridas entre sistemas totalmente dependente de água da chuva e de sistemas nos quais a única fonte de fornecimento de água é a irrigação. A irrigação suplementar é um exemplo. Na agricultura irrigada, as principais fontes de captação de água são as águas superficiais e as águas subterrâneas. Fontes alternativas como o reúso de água também são utilizadas. A chamada "colheita de água" ou *water harvesting* na literatura em inglês e técnicas de conservação de água são utilizados para aumentar a disponibilidade hídrica. Estimativas indicam que estas práticas podem aumentar a produção na agricultura de sequeiro em 24% e, combinada com a expansão da irrigação, em 40% (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS, 2020).

Figura 2. Gestão de recursos hídricos na agricultura de sequeiro e irrigada (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS, 2020). (A) Agricultura de sequeiro. (B) Agricultura irrigada (sem chuva). (C) Conservação da água. (D) Irrigação suplementar. (E) Captação de água. (F) Água subterrânea para irrigação. (G) Água superficial para irrigação. (H) Drenagem.

Como destacado anteriormente, apesar de globalmente a água fazer parte de um sistema fechado e, portanto, a quantidade total de água não sofrer alteração, a disponibilidade hídrica é definida geográfica e temporalmente. A água utilizada pela agricultura irrigada é

considerada como um uso consuntivo, pois a maior parte que é evapotranspirada e não retorna diretamente para os cursos hídricos. Globalmente estima-se que a agricultura seja responsável por 70% do uso consuntivo da água. No Brasil dados da ANA (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, 2018) indicam que agricultura irrigada é responsável por 52% do total de água retirada dos corpos hídricos. Para a agricultura, não só a falta de água é um desafio. O excesso de água em algumas situações é um problema grave que pode afetar tanto a agricultura de sequeiro quando a agricultura irrigada, o qual exige a implementação de tecnologias de drenagem e contenção (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS, 2020). De acordo com Mantovani *et al.* (2009), a drenagem na agricultura pode utilizar métodos superficiais e subterrâneos e "tem como principal objetivo criar ambiente favorável ao desenvolvimento das plantas, preservando as propriedades físicas e químicas do solo".

A gestão dos recursos hídricos nas propriedades rurais, tanto no cultivo de sequeiro quando na agricultura irrigada, utiliza um conjunto de técnicas para garantir e otimizar a produção agrícola, considerando não só a disponibilidade de água, mas também sistemas de plantio, condições climáticas e do solo (MANTOVANI *et al.*, 2009). Nas empresas rurais, a maximização dos resultados econômicos consiste na alocação ótima dos recursos naturais, insumos industriais, trabalho e capital, levando-se em consideração os preços de compra dos insumos e venda de produtos.

Do ponto de vista econômico e ambiental, o uso eficiente dos recursos é imprescindível para a obtenção de resultados econômicos satisfatórios e a preservação ambiental. Entretanto, no caso da irrigação, alguns autores têm chamado a atenção para o paradoxo do aumento da eficientes ou efeito rebote na irrigação (BERBEL *et al.*, 2015; BERBEL *et al.*, 2018; GRAFFTON *et al.*, 2020). Espera-se que o aumento da eficiência de um processo, ou seja, a diminuição do uso de um recurso por cada unidade de produto, aumente a disponibilidade total dos recursos. No caso do aumento da eficiência da irrigação, o menor uso de água por unidade de área ou produção aumentaria a disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica. Entretanto, em situações reais, observou-se o efeito contrário, ou seja, o aumento da eficiência da irrigação diminuiu a disponibilidade para outros usos, gerando escassez hídrica e consequentemente afetando a sustentabilidade da agricultura irrigada. Em economia, este efeito é conhecido como Paradoxo de Jevons, em homenagem ao economista britânico que descreveu este fenômeno. Esta situação reforça a importância de considerar os impactos da tecnologia no contexto econômico, social e ambiental. Os agentes econômicos ao reduzirem o uso de recursos e consequentemente os custos, passam a obter maior rentabilidade e acumular capital, viabilizando novos investimentos. Nesta situação, os resultados favoráveis da irrigação estimulam o aumento da área e a implantação de cultivos mais exigentes em água, aumentando o consumo na bacia hidrográfica. Obviamente, a solução não é manter a ineficiência de sistemas de irrigação ou impedir o desenvolvimento econômico. No caso da irrigação é imprescindível discutir e implementar sistemas de gestão eficientes a nível de bacia hidrográfica, os quais garantam o uso múltiplo da água e a geração de alimentos e renda. A questão do desenvolvimento econômico, redução da pobreza e preservação ambiental é atual e altamente relevante na prática.

6.3 Agricultura familiar no Brasil

O agronegócio, ou seja, o conjunto das unidades de produção agrícola e os segmentos antes e depois da porteira, é responsável por 21,4% do PIB brasileiro (ABAG, 2020). Segundo projeções da Confederação Nacional da Agricultura (CNA, 2020) o valor bruto da produção agropecuária na safra 2019/2020 aumentará 17,5% em relação à safra anterior, atingindo R$ 903 bilhões. A agricultura crescerá 22,3% e a pecuária 9,8%, atingindo R$ 582 bilhões e R$ 321 bilhões, respectivamente.

Segundo o Censo Agropecuário de 2017, há 5.073.324 estabelecimentos agropecuários no país, os quais ocupam 351 dos 852 milhões de ha do território brasileiro (41%) (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017), Cerca de 77% do total, ou 3.897.408 estabelecimentos, são classificados como agricultura familiar e ocupam uma área de 80,9 milhões de hectares, equivalente a 23% da área total ocupada pela agropecuária. Estes estabelecimentos empregam 10,1 milhões de pessoas; ou 67% do total de pessoas ocupadas na agropecuária, com média de 2,6 pessoas por propriedade. A agricultura familiar é também responsável por 23% do valor total da produção agropecuária no Brasil (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017). O número de propriedades e pessoas ocupadas demostram claramente a relevância da agricultura familiar, que têm também participação significativa na produção dos alimentos. Nas culturas permanentes, o segmento responde por 48% do valor da produção de café e banana; nas culturas temporárias, são responsáveis por 80% do valor de produção da mandioca, 69% do abacaxi e 42% da produção do feijão. O valor bruto da produção também é significativo.

Entretanto, uma análise mais detalhada da participação relativa da agricultura familiar evidencia um desafio e, ao mesmo tempo, uma oportunidade para o agronegócio brasileiro. Alves (2015), analisou as desigualdades na agricultura brasileira com dados do Censo de 2006. Quando se considera a renda e a participação relativa no valor da produção, cerca de 500 mil propriedades rurais com renda na faixa de 10 e 200 salários mínimos são responsáveis por 87% do valor bruto da produção no Brasil. Considerando o grupo das propriedades mais ricas, ou seja, aquelas que geraram renda acima de 200 salários mínimos, a concentração fica ainda mais evidente. Somente 27.306 propriedades rurais ou menos de 1% do total, contribuíram com 51% do valor total da produção. Por outro lado cerca de 1,9 milhões de estabelecimento produzem menos de meio salário mínimo por mês, ou seja, estes agricultores produzem pouco e são pobres.

Tabela 1. Participação dos estabelecimentos rurais por classe de renda no número total e renda bruta da produção (ALVES; SOUZA; ROCHA, 2013).

Classe de renda (slmm)	Número de estabelecimentos	%	Participação na renda bruta (%)	Renda bruta por estabelecimento (slmm)
(0, 2]	2.904.769	66,01	3,27	0,52
(2, 10]	995.750	22,63	10,08	4,66
(10, 200]	472.702	10,74	35,46	34,49
>200	27.306	0,62	51,19	861, 91
Total	**4.400.527**	**100**	**100**	**10,45**

Estudos mostram que o crescimento da renda bruta das propriedades rurais é explicado em 9,6% pela terra, 22,3% pelo trabalho e 68,1% pela tecnologia (ALVES; SOUZA; ROCHA, 2013). Considerando somente o crescimento da área e da produtividade, o aumento do rendimento das explorações agropecuárias explicou praticamente 100% do aumento da renda (GASQUES *et al.*, 2012). Dados apresentados na Tabela anterior evidenciam que uma parcela altamente significativa dos produtores rurais brasileiros ficou à margem da modernização da agricultura, ou seja, estes agricultores não foram capazes de adotar tecnologias que permitem aumentar a produtividade e a renda das propriedades. A situação média dos agricultores é, entretanto, bastante desigual quando se compara as regiões brasileiras. O sul do país e a região do semiárido são dois casos extremos. No sul do país, de modo geral, os agricultores

familiares foram capazes de se inserir no mercado e conseguem gerar renda adequada. Nestas regiões, políticas públicas foram eficientes para viabilizar o acesso a crédito e assistência técnica, além de condições favoráveis de infraestrutura e questões culturais, como visão positiva em relação ao associativismo. Por outro lado, o semiárido concentra os maiores bolsões de pobreza do país. Ao lado de limitações climáticas que em determinadas regiões e períodos são bastante severas, as políticas públicas têm tido efeito limitado. Áreas irrigadas no semiárido são as exceções na situação generalizada de pobreza nesta região do país.

6.4 Situação atual da irrigação na agricultura familiar

O Brasil, com área equipada para a irrigação de cerca de 7 milhões de ha, ocupa a sétima posição mundial. O Brasil faz parte do grupo de países com área entre 4 e 9 milhões de hectares, bem distante do grupo de países líderes, composto pela China e Índia com cerca de 70 milhões de ha equipados para irrigação. O Brasil também está atrás dos USA e Paquistão, que têm, respectivamente, 26 e 20 milhões de hectares irrigados (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS, 2017).

No Brasil, as culturas do arroz e cana-de-açúcar destacam-se com, respectivamente, 25% e 20% da área total irrigada. Outros cultivos, como soja, milho, feijão e fruteiras representam o restante da área. Em 25% da área utiliza-se o sistema de inundação, 22% pivô central e 37% outros sistemas como gotejamento, microaspersão, sulcos e superfície. Há diversos polos de concentração de irrigação no Brasil, como por exemplo, o polo de arroz inundado no Rio Grande do Sul, áreas de pivô central em São Paulo com cana-de-açúcar, áreas também sob pivô central no Cerrado com grãos, algodão e café, e fruticultura no vale do Rio São Francisco.
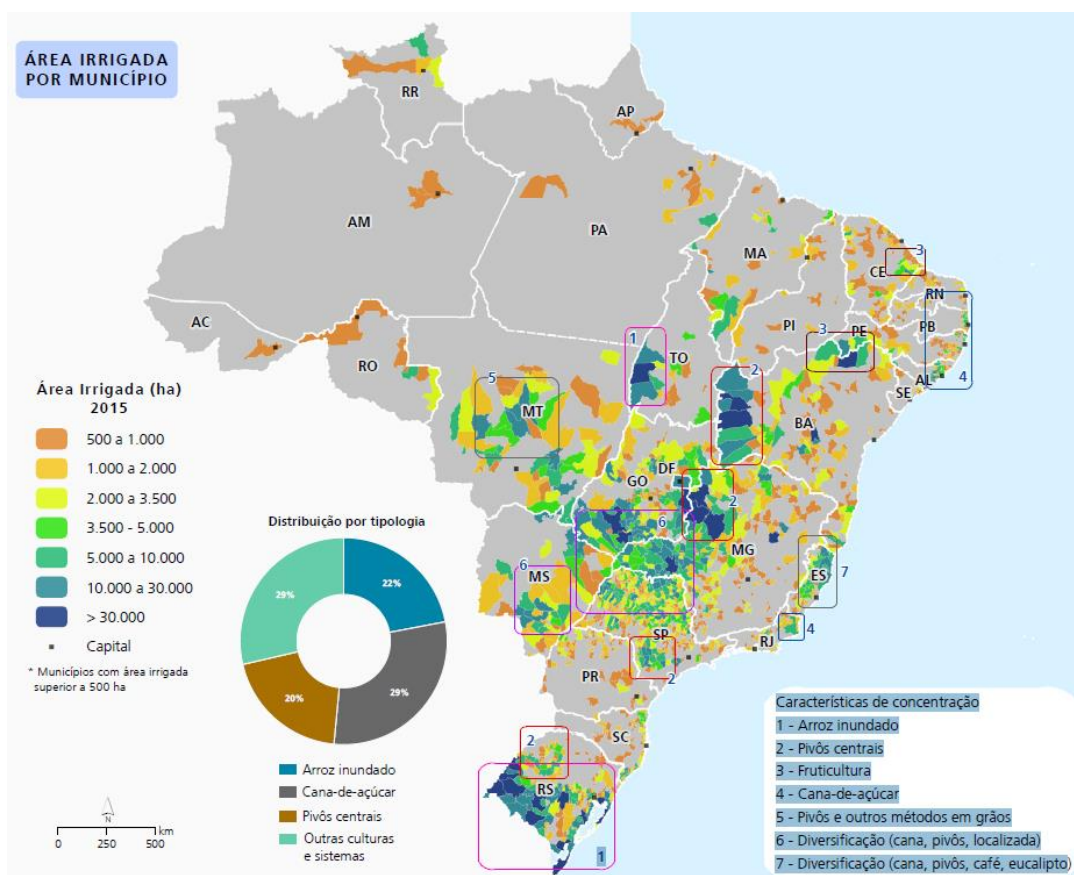
Figura 3. Área irrigada por município e características de concentração (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, 2017).

O aumento da produtividade agrícola pela irrigação é discutido por diversos autores nacionais (RODRIGUES, 2017) e internacionais (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS, 2020). No Atlas da Irrigação no Brasil, publicado pela ANA (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, 2017) é destacado a diferença de produtividade nas culturas do arroz, feijão e trigo, como mostrado na Figura 4.
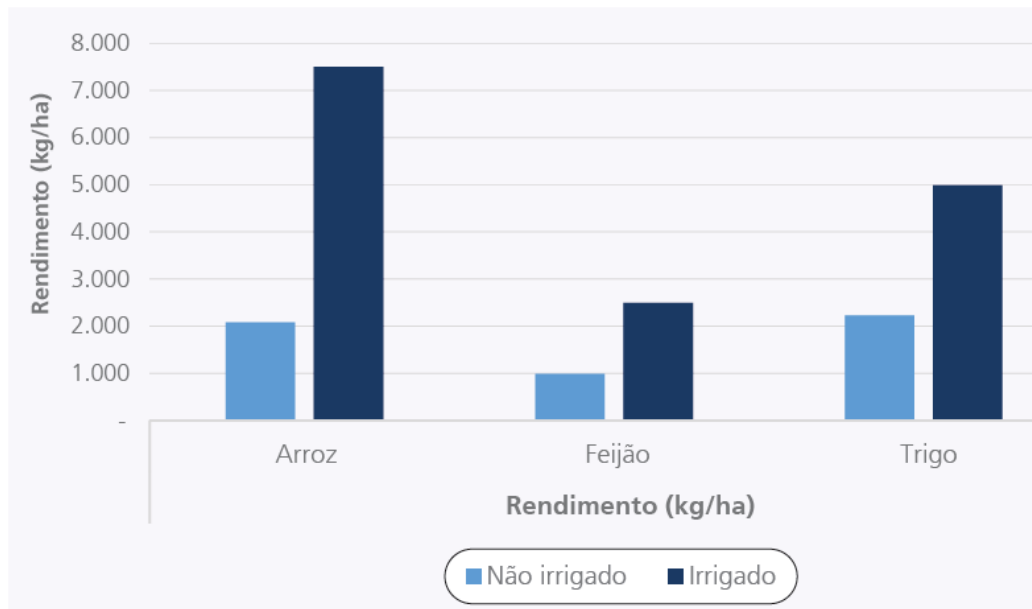
Figura 4. Comparação entre rendimentos das culturas do arroz, feijão e trigo irrigado e não irrigado (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, 2017).

O feijão da 3ª safra em 2013 representou 7,3% da área colhida com feijão e 17,6% da produção. Em média, o rendimento do feijão irrigado em relação ao feijão de sequeiro é de 2,5 a 3,4 vezes maior. O mesmo se observa no caso do milho e principalmente quando se compara as produtividades do arroz de sequeiro e arroz irrigado, com médias de cerca de 2.000 e 7.500 kg ha^{-1} respectivamente. Além do aumento da produtividade, estas atividades aproveitam as vantagens da irrigação quanto a diminuição de risco e aumento da qualidade da produção.

Em relação à agricultura familiar, no censo de 2006 o número de propriedades e a área irrigada foram divididas entre agricultura patronal e os diversos grupos de agricultores familiares classificados de acordo com um índice que compara a renda da propriedade (a classificação dos agricultores leva em consideração a renda total em relação ao custo de oportunidade anual do trabalho na agricultura familiar -COV-, calculado pela fórmula DIAREG*260*1,2, aonde DIAREG é a média regional do valor do dia de trabalho, acrescida de 20% e considerando 260 dias de trabalho por ano. Agricultores familiares do tipo A tem renda total -RT- maior que 3 vezes o COV, do tipo B, RT maior que 1 COV e menor que 3 COV, tipo C, RT maior que 0,5 COV e menor que 1 COV e tipo D, RT menor que 0,5 COV.) ao valor do trabalho diário regional. Os agricultores familiares são classificados em uma escala de renda crescente de D a A. Considerando todos os agricultores familiares, este segmento, em 2006, era responsável por 79% do número de estabelecimentos com irrigação e 20% da área total irrigada do país, conforme mostrado na Tabela 2.

Tabela 2. Número de estabelecimentos (Ne) e área irrigada (Ai) por tipo de agricultor (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2006).

	Ne	**%**	**Ai**	**%Total**
Total	331.990	100%	4.545.534	100%
Familiar - tipo D	110.120	33%	297.532	7%
Familiar - tipo C	32.014	10%	69.421	2%
Familiar - tipo B	64.828	20%	187.011	4%
Familiar - tipo A	54.139	16%	364.463	8%
Familiar (total)	**261.101**	**79%**	**918.427**	**20%**
Agricultor não familiar	**70.889**	**21%**	**3.627.107**	**80%**

A área relativa dos municípios brasileiros ocupadas pela agricultura familiar, com dados do censo de 2006 é mostrada a seguir.
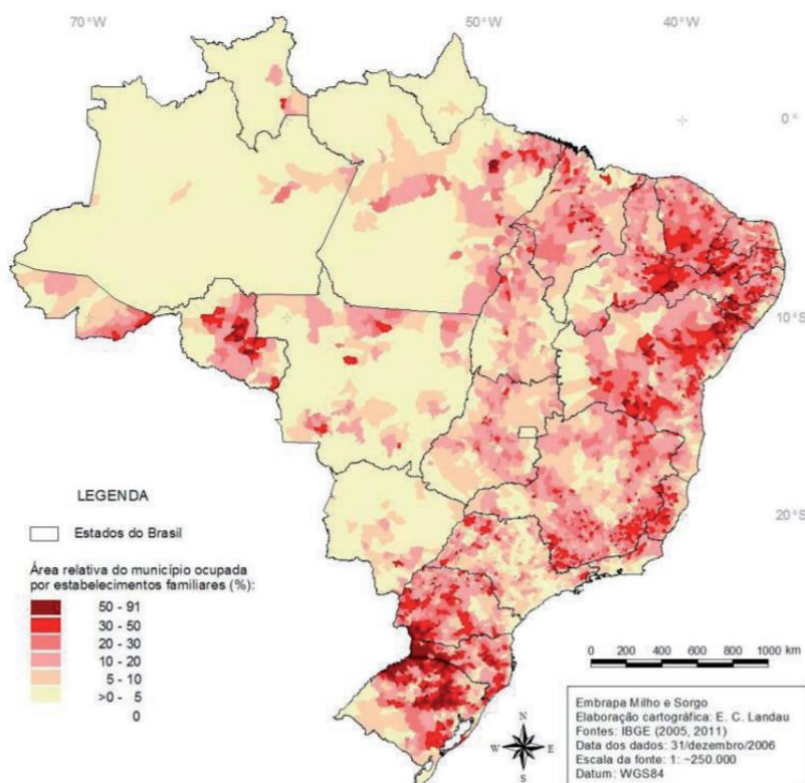
Figura 5. Área ocupada por estabelecimentos familiares (LANDAU, 2013).

O censo de 2017 não manteve a classificação anterior, o que impede uma análise da evolução dos dados apresentados. Entretanto, os dados podem ser desagregados considerando a área da propriedade rural, conforme mostrado na Tabela 3.

Tabela 3. Número de estabelecimentos (Ne) e área irrigada (Ai) por grupo classificados pela área total. (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017).

Grupo (área total)	**Ne**	**%**	**Ai**	**%**
menor que 1 ha	60.067	12%	35.511	1%
entre 1 e 10 ha	222.172	44%	695.878	10%
entre 10 e 100 ha	183.840	36%	1.304.153	19%
entre 100 e 1.000 ha	33.446	7%	1.710.593	25%
maior que 1.000 ha	4.926	1%	3.156.824	46%
TOTAL	**504.451**	**100%**	**6.902.959**	**100%**

Apesar de representar somente 1% do total de estabelecimentos com irrigação, os

4.926 estabelecimentos com áreas maiores que 1.000 ha são responsáveis por 46% da área total irrigada do país, ou 3,2 milhões de ha. Nos critérios do PRONAF, a área do estabelecimento na agricultura familiar deve ser menor que 4 módulos fiscais, os quais variam de 5 a 110 ha, conforme a região. A maioria dos agricultores familiares estão localizados em regiões com módulos fiscais próximos a 25 hectares, portanto, grande parte das propriedades com áreas menores que 100 ha são classificados como agricultura familiar.

Em relação aos métodos de irrigação, a irrigação localizada por gotejamento é o sistema presente no maior número de propriedades familiares, ou de escala menor que 100 ha. O segundo método com maior número de estabelecimentos é a irrigação não tecnificada, classificada como outros métodos por molhação. A agricultura de pequena escala concentra grande parte da irrigação não tecnificada do país. Por outro lado, estabelecimentos menores representam 49% das propriedades com sistemas de pivô central. Esta porcentagem, considerando o custo de investimento e o fato desta tecnologia ter custos por área decrescente em sistema maiores, pode ser considerada significativa.

Tabela 4. Número de propriedades por método de irrigação nos grupos de propriedades com área total menor e maior que 100 ha. (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017).

Número de estabelecimentos	Área da propriedade			
	<100 ha	>100 ha	%(<100 ha)	Total
Total	466.079	39.424	92%	505.503
Método de irrigação				
localizada - gotejamento	129.375	10.128	93%	139.503
localizada - microaspersão	98.691	5.603	95%	104.294
localizada - outros métodos	5.638	337	94%	5.975
por superfície - inundação	17.308	4.974	78%	22.282
por superfície - sulcos	10.511	595	95%	11.106
por superfície - outros métodos	2.409	283	89%	2.692
por aspersão - autopropelido/carretel enrolador	4.220	1.389	75%	5.609
por aspersão - pivô central	5.368	5.682	49%	11.050
por aspersão - aspersão convencional	104.734	9.752	91%	114.486
outros métodos - subsuperficial	8.312	499	94%	8.811
outros métodos - molhação	121.028	3.588	97%	124.616

O método com maior participação na agricultura de pequena escala é a irrigação localizada por gotejamento que ocupa 621.496 ha. Este valor representa 60% da área total deste método na agricultura irrigada do país. Os métodos aspersão por autopropelido / carretel enrolador e pivô central na agricultura familiar ocupam somente 3% da área total irrigada no país.

Tabela 5. A área irrigada por método de irrigação nos grupos de propriedades com área total menor e maior que 100 ha. (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017).

Número de estabelecimentos	**Área propriedade**			
	<100 ha	**>100 ha**	**%(<100 ha)**	**Total**
Total	2.035.542	4.867.418	29%	6.902.960
Método de irrigação				
localizada - gotejamento	621.496	417.224	60%	1.038.720
localizada - microaspersão	395.411	222.634	64%	618.045
localizada - outros métodos	14.918	12.400	55%	27.318
por superfície - inundação	192.419	1.259.147	13%	1.451.566
por superfície - sulcos	27.571	62.169	31%	89.740
por superfície - outros métodos	5.985	74.418	7%	80.403
por aspersão - autopropelido/carretel enrolador	23.114	757.254	3%	780.368
por aspersão - pivô central	40.709	1.394.328	3%	1.435.037
por aspersão - aspersão convencional	523.980	574.403	48%	1.098.383
outros métodos - subsuperficial	16.525	30.352	35%	46.877
outros métodos - molhação	173.411	63.093	73%	236.504

A agricultura familiar tem participação significativa nos perímetros de irrigação. Estas iniciativas surgiram no âmbito de programas de desenvolvimento regional e, apesar de ocuparam somente 219 mil ha dos 7 milhões de hectares irrigados, têm um impacto significativo em termos de geração de renda, produção de alimentos e contribuição no desenvolvimento regional. De acordo com Rodriguez (2017), em 2015, estavam em funcionamento 79 projetos de perímetros irrigados em 88 municípios. Dez outros projetos não haviam iniciado a produção. A bacia do Rio São Francisco e a região hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental são as regiões com maior número de projetos, a maioria deles localizados na região semiárida. Em termos de geração de renda, estima-se que estes perímetros gerem cerca de 630 mil empregos diretos e indiretos, o que aumenta o impacto socioeconômico. Grande parte destas iniciativas surgiram ainda nos anos 60 e tinham um enfoque social. Entretanto, muitos produtores rurais assentados nestes projetos não tinham conhecimentos técnicos e condições financeiras para explorar economicamente a agricultura irrigada, gerando baixa produção e altos índices de inadimplência. (RODRIGUEZ, DOMINGUES, 2017). Os resultados em termos de produção e renda abaixo das expectativas, além dos efeitos da crise econômica do país, levaram a paralização dos investimentos nos anos 90. Entretanto, muitos projetos tiveram e têm impactos socioeconômicos significativos. O aumento da eficiência da irrigação em perímetros de irrigação tem potencial de contribuir para a expansão sustentável da agricultura familiar.

6.5 Potencial da irrigação sustentável na agricultura familiar

Apesar de ocupar somente o sétimo lugar em relação a áreas irrigadas, o Brasil é terceiro país com maior área irrigável, atrás somente da Índia e China, conforme mostra o gráfico apresentado por Christophides (2020) e elaborado com base em dados da FAO e ANA.
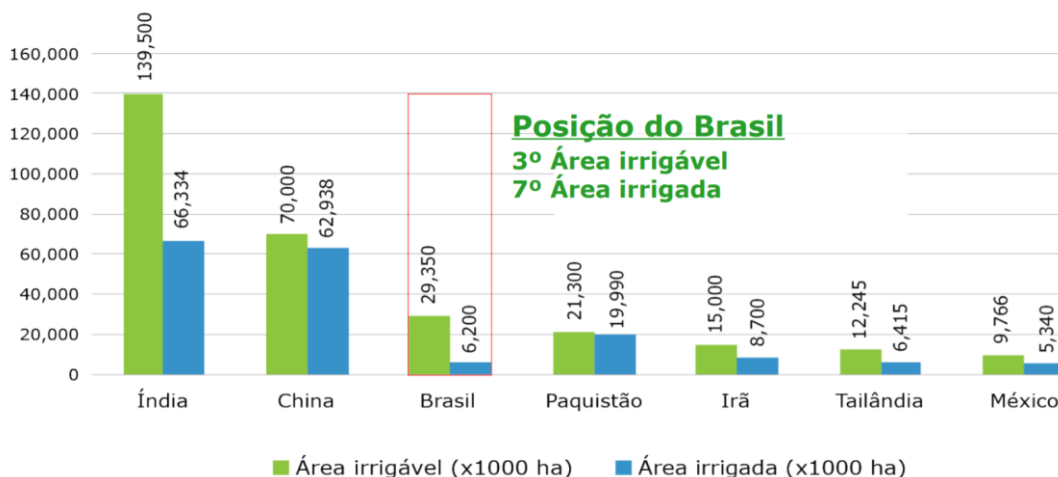
Figura 6. Potencialidade da irrigação no mundo e no Brasil (CHRISTOPHIDES, 2018).

Estudos estimam a área potencial total para agricultura irrigada no Brasil entre 28 e 75 milhões de hectares. (BRASIL, 2014; FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS, 2017; BORGHETTI *et al.*, 2016). O trabalho realizado em parceria do Governo Federal com a Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo (Esalq/USP) e o Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura IICA, classificou as áreas potenciais em 3 categorias: (i) alta aptidão com potencial de expansão de cerca de 22 Mha, (ii) média aptidão, 25 Mha e (iii) baixa aptidão com cerca de 28 Mha (BRASIL, 2014). Este estudo foi recentemente atualizado pelo mesmo grupo.

Uma análise realizada por Barros et al. (2009) identificou algumas causas da grande diferença entre a área irrigada e a área irrigável no país. Os principais pontos são apresentados a seguir: (i) energia elétrica, (ii) pesquisa, tecnologia e assistência técnica, (iii) crédito e incentivos financeiros, (iv) infraestrutura complementar, (v) papel das instituições públicas e privadas, e (vi) gestão de recursos hídricos.

Para a agricultura familiar, as deficiências da assistência técnica são especialmente relevantes. Os trabalhos de Gasques e Alves (GASQUES, 2012; ALVES; SOUZA; ROCHA, 2013; ALVES, SOUZA, 2015), discutidos anteriormente, reforçam a importância da adoção de tecnologia no aumento da renda da agricultura familiar. A difusão e adoção de tecnologia é, entretanto, um tema complexo, o qual envolve aspectos econômicos, políticos, gerenciais, sociológicos e até comportamentais.

Na agricultura familiar, além dos desafios comuns a todos as propriedades rurais os investimentos em irrigação devem consideraras condições básicas para aumentar a produtividade e rentabilidade como: (i) tecnologias adequadas, (ii) assistência técnica, (iii) acesso a mercados, (iv) financiamento e (v) ambiente institucional e social adequado. É imprescindível lembrar que qualquer mudança depende, em última instância, das decisões dos produtores rurais, as quais são determinadas pelos objetivos de todos os membros da família rural e pela rede social na qual as famílias estão inseridas (SILVA JÚNIOR, MANTOVANI, 2017a).

A agricultura familiar no Brasil tem grande potencial de ampliação da oferta de alimentos e geração de renda através da expansão da área irrigada. A produção e rentabilidade dos agricultores dos distritos de irrigação podem ser potencializadas por projetos que viabilizem o acesso estruturado a novos mercados em conjunto com outras iniciativas. A criação de programas específicos, envolvendo geração e difusão de tecnologias e capacitação dos agricultores nas áreas com alta aptidão e presença significativa da agricultura familiar são ações prioritárias.

Figura 7. Condições básicas para a eficiência técnica e económica na agricultura familiar (SILVA JÚNIOR, 2017a)*.*

Iniciativas que integram sistema de irrigação altamente eficientes, como o pivô central e arranjos institucionais podem viabilizar o aumento da produtividade, o uso racional da água e a rentabilidade dos produtores rurais. Projetos de compartilhamento de pivô central implementados em outros países, em especial na África, demonstram a possibilidade de agricultores familiares aproveitarem de forma coletiva os benefícios da eficiência econômica, hídrica e operacional deste sistema de irrigação. Sistemas compartilhados adicionam novos desafios técnicos e organizacionais, mas são alternativas interessantes para grupos de produtores organizados (BERKLAND *et al.*, 2019).

O projeto Circle desenvolvido pelo Instituto *Water for Food* da Universidade do Nebraska em parceria com a empresa Valmont e uma iniciativa em andamento no Oeste da Bahia são exemplos de projetos envolvendo a agricultura família (Silva Júnior, 2018ª). Apesar de poucos resultados consolidados estarem disponíveis a experiência nestes projetos permite identificar os seguintes pontos críticos em iniciativas de irrigação na agricultura familiar (BERKLAND *et al.*, 2019): (i) tecnologia, (ii) financiamento, (iii) mercado e (iv) apoio institucional.

O Instituto *Water for Food* e a empresa Valmont criaram um guia para a análise dos aspectos técnicos e econômicos, sociais, para a implementação do projeto e o acompanhamento da produção agrícola (BERKLAND *et al.*, 2019) que considera 4 áreas prioritárias: (i) Avaliação Técnica e Econômica: Análise visual. Análise de solo. Avaliação hidrogeológica. Layout do Pivô. Avaliação da disponibilidade de energia. Verificação das condições do solo e da água. Estudo de viabilidade técnica. Plano de negócio. Decisão (implementação ou não do projeto), (ii) Aspectos Sociais: Identificação de grupos de produtores potenciais. Busca por parceiros. Análise de questões fundiárias e hídricas. Organização dos agricultores. Plano de negócio. Assinatura de contrato. Preparação do terreno. Início da produção, (iii) Implementação do Projeto: Planejamento do projeto. Plano de fornecimento de água. Seleção de pessoal. Compra de equipamentos. Preparo do terreno. Construção das instalações. Instalação das bombas e equipamentos. Instalação de adutoras. Compra e entrega de equipamentos agrícolas. Instalação do pivô central. Compra de equipamentos para armazenagem e pós-colheita. Verificação do sistema de irrigação completo. Início das operações, (iv) Produção: Financiamento de custeio. Seleção das atividades agrícolas. Insumos agrícolas. Preparo do solo. Plantio. Planejamento da irrigação. Controle de ervas daninhas. Doenças e pragas. Colheita. Pós-colheita.

6.6 Considerações finais

A irrigação foi a tecnologia agrícola chave que permitiu o surgimento e a consolidação das primeiras civilizações na história humana. Atualmente, a agricultura irrigada é responsável pela alimentação de parcela significativa da população mundial, em especial em países como a Índia e China, os quais concentram mais cerca 1/3 da população mundial. Nestes países a maior parte da área irrigada é ocupada pela agricultura familiar. No Brasil, a participação da agricultura familiar no número total de propriedades com irrigação é altamente significativa (92%). Entretanto, em termos de área a participação não chega a 1/3 a área total.

A irrigação tanto na agricultura empresarial quanto na agricultura familiar deve ser implementada de forma sustentável. A água, considerando as dimensões geográfica e temporal, pode ser considerado um recurso limitado e que deve ser gerenciado de forma eficiência, ou seja, de maneira a garantir o suprimento dos seus múltiplos usuários. Sistema eficientes de gestão dos recursos hídricos têm em comum características como a existência de um sistema eficiente de monitoramento, existência de conjunto de leis com sanções graduais e a existência de vínculo de confiança entre os usuários.

O potencial de expansão da irrigação na agricultura brasileira é altamente expressivo e para a agricultura familiar, esta tecnologia pode desempenhar um papel chave na geração de alimentos e renda, contribuindo para a redução da pobreza rural. Entretanto, a adoção de tecnologia é uma questão complexa que envolve fatores econômicos, sociais e comportamentais e, em especial, capacitação e assistência técnica.

Apesar de diversos problemas como falta de conhecimentos, inadimplência e ineficiência no uso de água, exemplos de sucesso em perímetros de irrigação e experiências recentes de utilização compartilhada de infraestrutura e sistemas de irrigação demonstram a importância de se buscar alternativas que viabilizem a implementação da irrigação na agricultura familiar. Para resolver a questão de escala de produção, muitas destas alternativas pressupõem a organização de grupos de produtores, o que aumenta ainda mais a complexidade do empreendimento. Entretanto o potencial de ganhos de produtividade, renda e bem-estar social são altamente significativos.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Atlas da irrigação no Brasil**: uso da água na agricultura irrigada Brasília, 2017.

ALVES, E.; SOUZA, G.S. Pequenos estabelecimentos também enriquecem? Pedras e tropeços. **Revista de Política Agrícola**, v.24, n.3, p.7-21, 2015.

ALVES, E.; SOUZA, G.S.; ROCHA, D.P. Desigualdades nos campos na ótica do censo agropecuário 2006. **Revista de Política Agrícola**, v.22, n.2, p.67-75, 2013.

BARROS, D.S.; CAVALCANTI, A.A.P.; LUCIANO, A.A.; NAVARRO, A.A.A.L.; BATTISTON, C.C.; ESPÍNDOLA, T. **Relatório final do modelo lógico**. Tema: agricultura irrigada. Brasília, MPOG/SPIE/NTIH/CGECRH, 2009.

BERBEL, J.; GUTIERREZ-MARTÍN, C.; EXPÓSITO, A. Impacts of irrigation efficiency improvement on water use, water consumption and response to water price at field level. **Agricultural Water Management**, v.203, p.423-429, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.02.026. Acesso em: 18 mar. 2021.

BERBEL, J.; GUTIÉRREZ-MARTÍN, C.; RODRÍGUEZ-DÍAZ, J.A.; CAMACHO, E.; MONTESINOS, P. Literature review on rebound effect of water saving measures and analysis of a Spanish case study. **Water Resource Management**, v.29, p.663-678, 2015.

BERKLAND, R.; NEALE, C.U.; SILVA JÚNIOR, A.G.; MANTOVANI, E. Compartilhamento de pivô central na agricultura familiar: experiências na África. **Aiba Rural**, v.12, p.40-43, 2019.

BERNARDO, S.; MANTOVANI, E.C.; SILVA, D.D.; SOARES, A.A. **Manual de irrigação**. Editora UFV, Viçosa, 2019.

BORGHETTI, J.R.; SILVA, W.L.C.; NOCKO, H.R.; LOYOLA, L.N.; CHIANCA, G. K. **Agricultura irrigada sustentável no Brasil:** Identificação de áreas prioritárias. FAO, Brasília, 2017.

CHRISTOFIDES, D. Agricultura irrigada no mundo e no Brasil: situação atual e perspectivas futuras. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE IRRIGAÇÃO, 5. Brasília, 2018.

ETHICAL TRADING INITIATIVE. ETI smallhoders guidelines: recommendations for working with smallholders. **ETI report**. London, UK, 2005.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS. **International year of family farming 2014**. Master plan. FAO: Rome, 2013.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS. **The State of Food and Agriculture 2014**. Innovation in family farming. FAO: Rome, 2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS. **Agricultura irrigada sustentável no Brasil**: Identificação de áreas prioritárias. FAO: Brasília, 2017.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS. **Agricultura sustentável no Brasil**: Identificação de áreas prioritárias. FAO: Brasília, 2017.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS**. The State of Food and Agriculture 2020**. Overcoming water challenges in agriculture. FAO: Rome, 2020.

FRIZZONE, J.A.; ANDRADE JÚNIOR, A.S.; SOUZA, J.L.M.; ZOCOLER, J.L. **Planejamento de irrigação**: Análise de decisão de investimento. Embrapa, Brasília, 2005.

GASQUES, J.G.; BASTOS, E.T.; VALDES, C.; BACCHI, M.R.P. Produtividade da agricultura brasileira e os efeitos de algumas políticas. **Revista de Política Agrícola**, v.21, n.3, p.83-92. 2012.

GRAFTON, R.Q.; WILLIAMS, J.; PERRY, C.J.; MOLLE, F.; RINGLER, C.; STEDUTO, P.; UDALL, B.; WHEELER, S.A.; WANG, Y.; GARRICK, D.; ALLEN, R.G. **The paradox of irrigation efficiency**: Higher efficiency rarely reduces water consumption, v.361, n.6404, 2020.

HARDIN, G. The tragedy of the commons. **Science**, v.162, p.1243-1248, 1968.

HELFAND, S; PEREIRA, V.F; SOARES, V.L. Pequenos e médios produtores na agricultura brasileira: situação atual e perspectivas. In: BUAINAIN, A.M. *et al*. (Ed.). **O mundo rural no Brasil do século 21**: a formação de um novo padrão agrário e agrícola. Brasília/DF: EMBRAPA, p.533-557, 2014.

HOFFMAN, C.; BURBACH, M.; PENNISI, L. A mixed-methods approach to assessing success in transitioning water management institutions: a case study of the Platte River Basin, Nebraska. **Ecology and Society**, v.20, p.54-64, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 2017. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017. Acesso em: 9 dez. 2020

LANDAU, E.C.; GUIMARAES, D. P.; HIRSCH, A.; GUIMARÃES, D.P.; MATRANGOLO, W.J.R.; GONÇALVES, M.T. **Concentração geográfica da agricultura familiar no Brasil.** Embrapa: Sete Lagoas, 2013.

LOPES, J.C. Importância e Potencial da Irrigação na Agricultura Familiar. **Aiba Rural**, v.10, p.34-37, 2018.

LOWDER, S.K.; SKOET, J.; SINGH S. What do we really know about the number and distribution of farms and family farms in the world? Background paper for The State of Food and Agriculture 2014. **ESA Working Paper**, n.14-22. Rome, 2014.

MANTOVANI, E.C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L.F. **Irrigação**: Princípios e Métodos. Editora UFV: Viçosa, 2009.

MANTOVANI, E.C.; SILVA JÚNIOR, A.G. Crise hídrica e versus agricultura irrigada: como compatibilizar. **Revista Irrigação e Tecnologia Moderna**, v.121/122, p.20-27, 2019.

MANTOVANI, E.C.; SILVA JÚNIOR, A.G. Irrigação como fator de desenvolvimento econômico e social. **Aiba Rural**, v.3, n.7, p.34-35, 2017.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transforming our world**: the 2030 Agenda for sustainable development. 2020. Disponível em: https://sdgs.un.org/2030agenda. Acesso em: 18 mar. 2021.

OSTROM, E. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological system. **Science**, v.325, p.419-422, 2009.

OSTROM, E. **Governing the commons**: the evolution of institutions for collective actions. Cambridge University Press. Cambridge, UK, 1990.

OSTROM, E.; BURGER, J.; FIELD, C.B.; NORGAARD, R.B.; POLICANSKY, D. Revising the commons: local lessons. **Global Challenges**, v.284, p.278-282, 1999.

RODRIGUES, L.N.; DOMINGUES, A.F. **Agricultura irrigada**: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável. EMBRAPA: Brasília, 2017.

SIEBERT, S.; HENRICH, V.; FRENKEN, K.; BURKE, J. **Update of the digital global map of irrigation areas to version 5**. FAO: Rome, 2013.

SILVA JÚNIOR, A.G.; MANTOVANI, E.C. Gobernanza de los recursos hídricos: un ejemplo exitoso en la agricultura. **Pivot Point Latinoamérica**, v.10, p.66-67, 2017a.

SILVA JÚNIOR, A.G.; MANTOVANI, E.C. Uso sustentável de recursos hídricos para a produção de alimentos: o exemplo do estado de Nebraska, nos EUA. **Aiba Rural**, v.3, n.8, p.62-64, 2017b.

SILVA JÚNIOR, A.G.; MANTOVANI, E.C.; NEALE, C.M.U. Sistemas de Informação para Gestão Sustentável de Recursos Hídricos na Agricultura: O exemplo do Estado de Nebraska, USA. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.300, v.28, 2018.

SMITH, M.; MUÑOZ, G.; ALVAREZ, J.S. **Irrigation techniques for small-scale farmers**: key practices for DRR implementation. FAO: Rome, 2014.

WALLACK, K.J.; SINK, N.K. Managing the water wars of the future. **Journalism of Courage: Archives**. 2007.

CAPÍTULO 7

7 BENEFÍCIOS DIRETOS E INDIRETOS DA IRRIGAÇÃO

Ricardo Gava

Resumo

Os benefícios da irrigação vão muito além da disponibilidade hídrica para atender a demanda da evapotranspiração para atingir altas produtividades. De maneira geral observa-se incremento de produtividade pela adoção da tecnologia de irrigação, sendo que este resultado está associado a uma série de fatores relacionados a diminuição do estresse hídricos, garantia de plantio na data correta, condições adequadas à germinação e emergência para definição de um estande adequado de plantas e, ainda, melhoria na eficiência da ação de herbicidas e fertilizantes, que depende diretamente do conteúdo de água no solo. Inclui ainda nestes benefícios a possibilidades de utilização das práticas de quimigação e, em especial, a fertirrigação proporcionada pelos sistemas de irrigação. Neste sentido é importante uma discussão com informações práticas de pesquisa, apresentar benefícios implementados pela utilização dos sistemas de irrigação, que vão além do incremento de produtividade.

7.1 Introdução

A irrigação é uma técnica que permite o desenvolvimento da agricultura irrigada, possibilitando o plantio contínuo que envolve aumento da produtividade e outros importantes ganhos e, nem sempre adequadamente considerados.

O clima da região do cerrado caracteriza-se por invernos extremamente secos, que não proporcionam condições hídricas adequadas para a semeadura e para o desenvolvimento das culturas, sendo que a irrigação pode proporcionar condições adequadas de umidade de solo para uma boa prática de plantio e condução da lavoura. Aspectos como adequada germinação e emergência das plantas, eficiência de aplicação dos herbicidas, eficiência dos fertilizantes etc., são afetadas pelo *deficit* hídrico e assim, a irrigação tem importância em todos estes processos.

Também importante considerar que na agricultura de sequeiro o plantio e a colheita são muito impactos pela irregularidade da distribuição das chuvas, interferindo na data da semeadura, duração do desenvolvimento da cultura e colheita, além disso impactando no atraso do plantio da segunda safra, fatores estes que irrigação possibilita resolver.

Assim, este capítulo tem o objetivo de discutir informações práticas de pesquisa, apresentar benefícios implementados pela utilização dos sistemas de irrigação, que vão além do incremento de produtividade. A abordagem se dará com exemplos de estudos de caso em condições do Centro-Oeste do Brasil, com relatos de resultados de pesquisa sobre sistema de produção soja-milho irrigados e ainda discussão sobre integração lavoura pecuária.

7.2 Benefícios da irrigação para o início de uma safra

7.2.1 Plantabilidade

As condições de umidade do solo para a realização do plantio/semeadura são essenciais para um bom início de safra. Quanto mais seco o solo está, maior a resistência para a realização da semeadura, menor o recobrimento das sementes e dependendo das características deste solo, ainda há a formação excessiva de torrões que prejudicam muito a boa germinação e por tanto, o estande de plantas.

Assim a plantabilidade, ou seja, às boas condições de plantio dependem da umidade em que o solo no momento da realização da operação.

A região do cerrado caracteriza-se pelo clima tipicamente de inverno extremamente seco e, assim a safra de inverno inicia-se após cerca de cinco meses sem a ocorrência de chuvas. Nestas condições físico-hídricas do solo, não proporcionam condições adequadas para uma boa semeadura ou plantabilidade. Em muitos tipos de solo, torna-se praticamente impossível realizar semeadura antes que ocorra ao menos uma chuva que dê as mínimas condições de friabilidade do solo.

Desta forma é fundamental condições ideais de umidade do solo para a efetiva ação de semeadoras/plantadoras de última geração, normalmente utilizadas nas áreas de produção do cerrado do Centro Oeste.

Assim a irrigação é a tecnologia que proporciona condições ideais de umidade de solo para uma boa prática de plantio.

7.2.2 Garantia de "janela de semeadura"

O risco é parte integrante do dia a dia do produtor que trabalha e investe na produção agrícola. Este risco inicia-se na semeadura. Uma simples mudança de programação da safra, pode comprometer a "janela" ideal de semeadura.

Se o planejamento de rotação de culturas envolve realizar uma safra de soja seguida de uma de algodão safrinha (nome da safra após a colheita da soja precoce em janeiro). Porém nas regiões de Cerrado em função do regime de chuvas ser concentrado no verão, um pequeno atraso da safra de verão, pode inviabilizar a segunda safra e/ou a chamada safra de inverno, ou ainda, safrinha.

Em anos com boas distribuições de chuvas, o produtor do Cerrado Brasileiro consegue realizar duas safras denominadas de cheias. Isso quando as chuvas se iniciam em setembro e se estendem de maneira bem distribuída até maio. Como são regiões com grande disponibilidade de energia solar, são denominadas de duas safras cheias, e não simplesmente de safra e safrinha das regiões mais ao Sul e Sudeste do Brasil.

Mesmo nessas regiões com índices pluviométricos altos, a irregularidade da distribuição das chuvas interfere grandemente na programação de plantio/colheita. Em alguns anos o atraso no início das chuvas interfere na semeadura, gerando necessidades de replantio e impactando no atraso da colheita. Esse atraso na colheita impactará diretamente no plantio da segunda safra, que consequentemente será prejudicada pela interrupção das chuvas no meio de seu ciclo.

Assim, a irrigação possibilita a garantia da manutenção da programação das datas ideais de semeadura, reduzindo ou eliminando os riscos hídricos e assim garantindo os resultados de produção e produtividade.

7.2.3 Adequada germinação e emergência para o correto estande de plantas

De nada adianta ter a máquina que melhor distribui as sementes no solo, se a falta de umidade ligada a altas temperaturas do solo, poderão comprometer a germinação e emergência das plantas. Quando se fala em grãos, a garantia do estande ideal é importantíssima por vários fatores. Falhas no plantio geram os mais diversos problemas, incluindo a competição com plantas daninhas.

Mesmo a chuva logo após a semeadura pode ser problema para alguns solos. Muitas áreas quando recebem chuvas fortes logo após o revolvimento do solo, seja ele no plantio convencional, seja o revolvimento apenas do sulco, criam um encrostamento da camada superficial do solo, que se torna uma barreira física à saída da plântula do interior do solo para a superfície.

A irrigação permite que o produtor realize com uma baixa lâmina de irrigação, enfraquece essa camada, e como isso as plântulas emergem com alto vigor.

É importante lembrar que a irrigação na fase inicial, deve ser com pequenas lâminas de água e alta frequência. A redução da temperatura do solo é outro fator altamente relevante na fase de germinação/emergência.

Desta forma, a irrigação permite adequar as condições do solo próximo as sementes, evitando-se o encrostamento da camada superficial e ainda mantendo as temperaturas do solo em condições adequadas na superfície do solo.

7.3 A eficiência dos herbicidas e a umidade do solo

O controle das ervas daninhas exige grandes investimentos nos melhores herbicidas. Fato é que, a eficiência destes produtos é altamente relacionada à umidade do solo. Informações referentes a tecnologia de aplicação orienta que, não só a eficiência dos produtos químicos diminui consideravelmente em condições inadequadas de umidade do solo, como recomendam aplicações em períodos específicos do dia, que exige ampliar o parque de máquinas para conseguir realizar adequadamente tais tarefas.

Chega-se à necessidade de contratação de empresas de aviação para conseguir realizar aplicações rápidas devido às pequenas "janelas" favoráveis à aplicação.

A janela ideal de plantio já é limitada e, se complicam se existe a necessidade de aguardar as primeiras chuvas para fazer a dessecação da área.

Assim, a eficiência dos herbicidas é altamente afetada pela umidade do solo, principalmente quando são pré-emergentes. Deste modo, a necessidade de aguardar as primeiras chuvas para realização da aplicação de herbicidas e, somente após seu período residual realizar a semeadura, implica mais um atraso no início da safra.

Deste modo o uso da irrigação permite adequação da umidade do solo para garantir alta eficiência de atuação dos herbicidas.

7.4 Eficiência dos fertilizantes

A disponibilização dos nutrientes é dada pelo teor de água no solo. Assim, o investimento em fertilizantes de altas tecnologias exige também condições adequadas de umidade do solo, para que estes estejam presentes na solução do solo.

Deste modo a irrigação não só melhora a eficiência e tempo de disponibilização dos nutrientes, como também possibilita a aplicação destes por meio da fertirrigação.

Além de permitir o controle adequado do teor de água do solo, a irrigação ainda permite a aplicação dos nutrientes via fertirrigação. Estas práticas economizam tempo e número de operações, visto que os nutrientes podem ser aplicados juntamente com a "água de irrigação", evitando a necessidade de entrada de máquinas para esta tarefa.

7.5 Quimigação

Com o advento na tecnologia de aplicação dos adjuvantes, está cada vez mais abrangente o rol de defensivos que podem ser aplicados via sistemas de irrigação. É claro que a escolha do emissor no sistema de irrigação é fundamental, pois, do ponto gotas maiores representam menores perdas por evaporação, cuja dimensão deve também estar de acordo com as recomendações da tecnologia de aplicação, exige-se um padrão mínimo de pulverização dessas gotas.

Ao se escolher um emissor, é preciso prever no projeto a possibilidade de aplicações de herbicidas, inseticidas e até mesmo fungicidas via irrigação para que não haja um escorrimento do produto. Assim, a quimigação de alta eficiência é possível desde que o projeto seja idealizado para esse tipo de manejo, juntamente com a aplicação de água.

7.6 Irrigação Suplementar

Até aqui tratou-se muito da fase inicial dos cultivos e sua alta dependência da condição ideal de umidade do solo. Claro que também é importante que durante o ciclo dos cultivos, é necessário condições de umidade adequadas no solo para permitir a hidratação dos tecidos vegetais, evitando-se o estresse hídrico.

Os produtores brasileiros estão cada vez mais atentos às novas tecnologias e investem quando a tecnologia permite ganhos de produtividades significativas por hectare. Mas este investimento pode ser frustrado caso haja falta de chuvas, que não permitam condições mínimas e, o investimento muitas vezes é perdido.

Mesmo em regiões com altos índices pluviométricos, ainda sim podem ocorrer os veranicos, que são intervalos secos em plena época de chuvosa e, por esse mesmo motivo, muito difícil de prever com exatidão. As chuvas são muito variáveis e a ocorrência de veranico pode ocorrer com grande variabilidade espacial, implicando problema em uma determinada lavoura e não em área vizinha.

Com isso o produtor fica "refém" do clima, afetando o seu planejamento, visto que a falta de chuva pode atrasar a semeadura e prejudicar a janela de plantio, ou ainda, intervalos sem chuva logo no início podem levar o produtor a ter que refazer o plantio, resultando em mais custos e atrasos.

Mas o maior problema é quando o veranico ocorre durante a fase de floração e de enchimento de grãos. De maneira geral, a cultura da soja tem bastante disponibilidade de chuvas, porém, pequenos intervalos sem chuva justamente no enchimento de grãos representam perdas de produtividade significativas.

É o caso principalmente de safras em que o regime de chuva é favorável no estádio vegetativo, aclimatando a cultura às condições de baixa insolação, temperaturas amenas e alta disponibilidade de água no solo. Nessas condições, caso ocorram veranicos, as plantas são afetadas em seus processos fisiológicos, proporcionando estresse ao qual elas não estavam preparadas (aclimatadas).
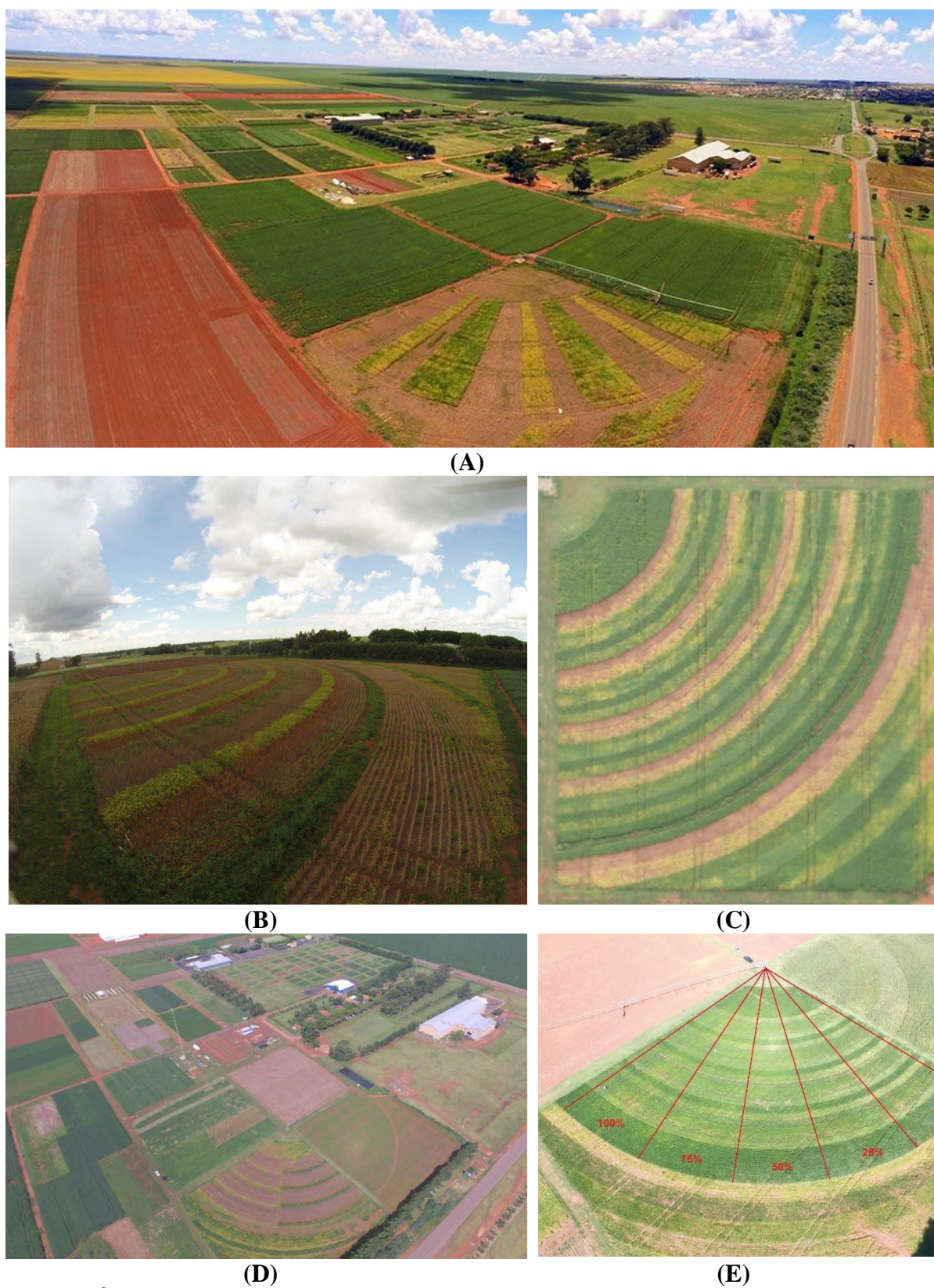
Figura 1. Área experimental de soja irrigada por pivô central, com diferentes manejos de irrigação, em Chapadão do Sul-MS. (A) Safra 2014/2015. (B) Safra 2015/2016. (C) Safra 2016/2017. (D) Safra 2017/2018. (E) Safra 2018/2019.

Quando estas ocorrências acontecem na fase de enchimento de grãos, o *deficit* hídrico proporciona perdas de produtividade até de 60%. Isso pode ser explicado pelo menor desenvolvimento radicular em anos que a soja recebe excesso de chuva nas fases iniciais. Outro agravante é que esse excesso está associado a presença de muitas nuvens e, assim, menos radiação solar disponíveis para as plantas.

Em praticamente todas as safras, a falta chuva em algum momento do ciclo e a magnitude dos prejuízos, dependem em qual estádio fenológico isso ocorre, devendo-se ainda considerar as características de cada cultivar, bem como o manejo adotado. O uso de cobertura morta com gramíneas, a exemplo da braquiária auxiliam, mas sozinha não resolve.

Uma parceria entre a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campus de Chapadão do Sul, e a Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Chapadão (FUNDAÇÃO CHAPADÃO) resultou na avaliação da viabilidade econômica da implantação de manejos utilizando a irrigação.

Foram testadas, em cinco anos de pesquisa, 19 cultivares comerciais de soja com diferentes ciclos e tecnologias como as RR e IPRO (tolerantes à Glifosato e a lagarta). Na Figura 1 apresenta-se uma vista da área experimental das diversas safras e na Figura 2 apresentam-se a produtividade irrigada e sequeiro para as diferentes safras avaliadas.

Os resultados mostram que os diferentes materiais genéticos (cultivares) apresentam respostas diferentes aos manejos de irrigação.
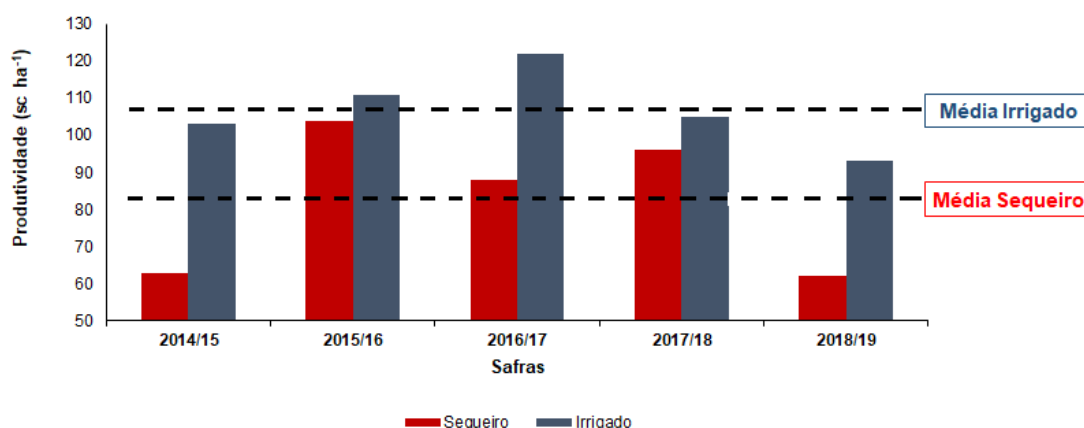
Figura 2. Comparação entre o sequeiro e o irrigado em 5 safras consecutivas de soja para as condições do cerrado.

Observa-se uma vantagem média de 23 sc ha^{-1} para as áreas irrigadas, na média das cinco safras estudadas. Porém, é importante observar que a diferença foi bem maior nas safras 2014/15, 2016/17 e 2018/19, safras estas em que tiveram maiores períodos sem chuva durante o ciclo (Figura 3).
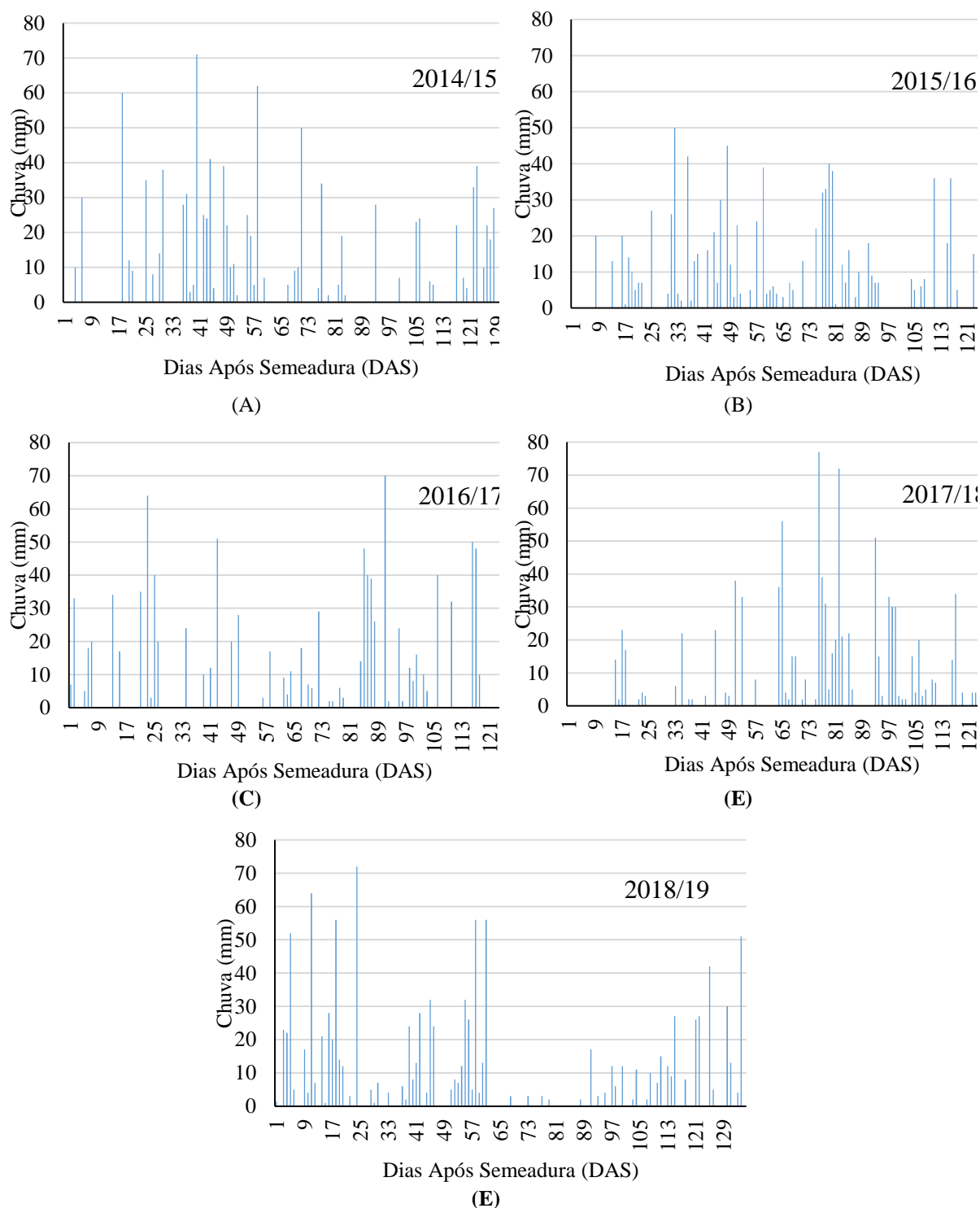
Figura 3. Chuvas durante o ciclo de cultivo nas safras de soja 2014/15 (A), 2015/16 (B), 2016/17 (C), 2017/18 (D) e 2018/19 (E), na região de Chapadão do Sul-MS.

Na Tabela 1 apresenta-se os valores de produtividade, das cinco safras consecutivas de soja, comparando os resultados obtidos em condições de sequeiro e de irrigação, bem como a variação de produtividade em sacas por hectare, o nível de *deficit* hídrico obtido pelo balanço hídrico utilizando a metodologia de Allen et al. (1998), e ainda o estádio fenológico em que este nível de *deficit* ocorreu em maior intensidade para a respectiva safra.

Tabela 1. Ocorrência de *deficit* hídrico nos diferentes estádios fenológicos da soja.

Safra	Sequeiro	Irrigado	Variação	*Deficit* hídrico	Estádio
		sc ha^{-1}			
2014/15	63	103	39	Severo	Enchimento
2015/16	104	111	6	Moderado	Semeadura
2016/17	88	122	28	Severo	Floração
2017/18	96	105	9	Severo	Vegetativo
2018/19	62	93	33	Severo	Enchimento
Média	**83**	**107**	**23**		

Para avaliar a disponibilidade de energia na safra, analisou-se a radiação solar acumulada em cada período de 30 dias após a semeadura em cada safra, destacando os períodos em que esta ficou fora da média.

Na Tabela 2 apresenta-se o comportamento da radiação solar de cada safra em relação à média normal. Observou-se que a radiação ficou abaixo da média em praticamente todo o ciclo na Safra 2014/2015. Com isso os cultivares de ciclo mais longo passaram a receber radiação muito elevada justamente no período de enchimento de grãos, e esse estresse combinado com a baixa de disponibilidade de água no solo, gerou perdas de produtividade nas áreas não irrigadas.

Na safra 2015/2016, em que as diferenças foram pouco expressivas entre o irrigado e sequeiro, pode ser explicada pela ausência de veranico. A alta radiação solar desde a semeadura até o início do enchimento de grãos, possibilitou uma aclimatação das plantas, levando-as a não sofrerem grandes problemas.

Tabela 2. Radiação acumulada em cada período de 30 dias após a semeadura (DAS), abaixo ou acima da média normal.

Safra	Data de Semeadura	Radiação acumulada nos subperíodos DAS				Produtividade (sc ha^{-1})	
		30	60	90	120	Sequeiro	Irrigado
2014/2015	15 de outubro	Abaixo	Abaixo	Abaixo	Acima	63	103
2015/2016	15 de outubro	Acima	Acima	Acima	Abaixo	104	111
2016/2017	19 de outubro	Acima	Acima	Abaixo	Abaixo	88	122
2017/2018	15 de setembro	Abaixo	Acima	Acima	Abaixo	96	105
2018/2019	25 de setembro	Acima	Abaixo	Acima	Acima	62	93

Os custos variáveis médios de energia com a irrigação nas cinco safras ficaram na faixa de 5 sc ha^{-1} por safra.

Anos com muita chuva trazem também muita nebulosidade e com isso pouca radiação solar para as plantas. Com isso, embora as plantas tenham água em quantidades favoráveis no solo, faltará luz suficiente para manter o teto produtivo. A irrigação consegue aplicar água sem que ocorra redução da radiação solar. Frente aos desafios de produzir mais e melhor, a irrigação se apresenta como uma ferramenta que traz segurança ao produtor.

É possível controlar pragas, doenças, pois existem excelentes produtos no mercado e com uma boa assessoria técnica, dificilmente o produtor terá problemas. Porém, chuva é um fator que não pode ser controlado. Se faltar chuva, todo o investimento em insumos realizado para aquela safra é perdido.

O Brasil é repleto de recursos hídricos na maior parte de seu território. Porém, um dos maiores problemas para a agricultura irrigada ainda é a falta de fornecimento de energia elétrica. Ações governamentais precisam melhorar no sentido de ampliar a distribuição de

energia, ou até mesmo facilitar o acesso à energia de fontes renováveis, às propriedades rurais.

A maioria das regiões do país tem solo, água e todas a condições para realizar a agricultura irrigada, porém, muitas propriedades ainda contam apenas com redes monofásicas, o que impossibilita a viabilização de sistemas de bombeamento para irrigações de médio e grande porte.

7.7 Irrigação Plena

Se por um lado a irrigação suplementar ocorre em pequenas proporções, quando se chega no período seco, em que a suplementação é praticamente toda realizada artificialmente pela irrigação, ou seja, ela ocorre de maneira plena durante a safra daquele período.

Desta forma, torna-se óbvio que os custos da irrigação plena se tornarão muito mais altos do que às irrigações esporádicas.

A irrigação suplementar da "safra" garante a estabilidade de produção alcançando o teto produtivo das respectiv12as culturas, apenas como poucas irrigações nos momentos críticos. Porém, todo o lucro pode ser perdido se não feita a escolha correta da cultura do período seco. A tomada de decisão sobre qual cultura irrigar de maneira plena, vai lhe retornar um sistema de produção viável ou não!

Tudo o que o irrigante ganhou na "safra" ele pode perder na "safrinha" devido à alta necessidade de irrigação de uma cultura de pequeno retorno econômico.

Seria o sistema soja seguida de milho a melhor escolha? Ou seria mais interessante utilizar a soja e o milho como rotação de "safra verão" (Isso depende da região do país. Por tanto, vamos considerar aqui a safra de verão como sendo a safra em que chove mais, por representar as situações mais comuns das áreas agrícolas do Brasil.

No Centro-oeste Brasileiro temos a característica de muita disponibilidade de energia solar no ano todo, porém, falta de chuvas no inverno. Assim, ao possibilitarmos a aplicação de água para as plantas através da irrigação, já não se fala mais em 2,5 a 3,0 safras por ano, mas sim, em agricultura contínua.

Isso porque, muitos zoneamentos de cultivos, são afetados fortemente pelos ciclos de chuva, mais do que pelos graus dia, ou datas de plantio em si. As probabilidades de início e fim de chuvas, afetam fortemente às análises de Zoneamento Agrícola. Então, torna-se claro, a necessidade de estudos para zoneamento agrícola para áreas irrigadas.

Se não há limitação de água, qual seria a melhor opção de data de semeadura? Essa é a pergunta que nossa pesquisa precisa responder.

O milho na segunda safra, popularmente conhecido como milho safrinha no Brasil, é amplamente utilizado no Brasil, não somente devido a necessidade de rotação de culturas, mas também por apresentar uma certa tolerância a *deficit* hídrico. Semeado entre os meses de fevereiro e março, geralmente após a colheita da soja, o milho safrinha chega ao seu estádio fenológico de enchimento de grãos em uma época que, na maioria das regiões brasileiras, a frequência de chuvas já diminuiu consideravelmente.

Uma estratégia utilizada pelos produtores rurais é buscar cultivares de soja de ciclos precoces, visando melhorar a janela de semeadura do milho safrinha, aproveitando melhor a estação chuvosa para ambas as culturas. Porém, é importante atentar-se para a escolha dos cultivares de soja e híbridos de milho que melhor se adaptam a cada região.

Atualmente, há uma ampla gama de híbridos com potencial produtivo elevados, oriundos de diversas empresas detentoras de sementes, e com isso a pesquisa aplicada deve ocorrer ano após anos testando estes novos híbridos e variedades desenvolvidas pela indústria, como é o caso da pesquisa apresentada na Figura 4.

Portanto, a escolha do material genético sob irrigação vai depender principalmente da sanidade e resposta aos fungicidas, com relação às principais doenças ocorridas na cultura, tanto foliares como as de colmo e grãos; maior tolerância às pragas, como a cigarrinha que nos últimos anos vem apresentando ataque severo em algumas regiões, causando enfezamento e reduzindo a produtividade.
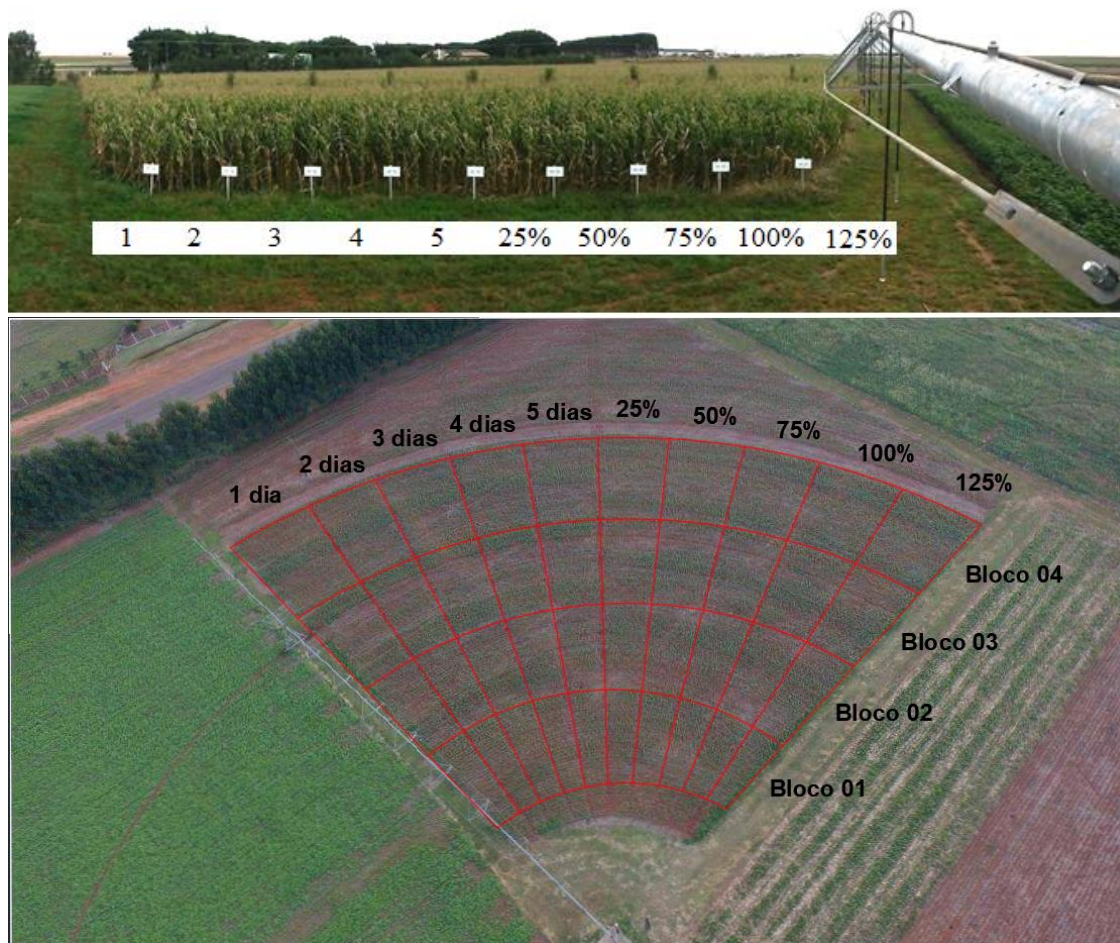
Figura 4. Área experimental de milho irrigado por pivô central e do detalhamento das parcelas experimentais, com manejos de frequências de 1, 2, 3, 4 e 5 dias e lâminas de 25 a 125% de reposição da evapotranspiração, Chapadão do Sul, MS.

Na Figura 4, observou-se uma área em que foram testados 10 manejos de irrigação, em dois híbridos de milho safrinha e em 3 populações de plantas sob pivô central (pesquisa aplicada). Os dois híbridos foram Dow 2B 810 PW e Morgan MG 652 PW, e submetidos às populações de 55, 66 (recomendado pela empresa detentora das sementes) e 77 mil plantas por hectare.

A irrigação foi realizada com frequências de irrigação de 1 (irrigação todos os dias), 2, 3, 4 e 5 dias, e as lâminas de 25, 50, 75, 100 e 125% de reposição da evapotranspiração potencial da cultura (ETc): (Frequência). Espera-se que altas frequências de irrigação, proporcionem melhores eficiências, do ponto de vista do aproveitamento da água pela planta. Porém, no caso dos sistemas de aspersão, como é o caso do sistema de Pivô Central, o

molhamento frequente das plantas pode favorecer o desenvolvimento de Pragas e Doenças; e (Lâminas) Se por um lado a alta frequência de Irrigação pode prejudicar algumas culturas devido ao surgimento de pragas e doenças, por outro as lâminas de excesso de água podem além de criar um microclima favorável à elas, podem diminuir a aeração do solo, prejudicando o desenvolvimento do sistema radicular e com isso diminuindo a sustentação da planta e o volume de contato com o solo onde estão presentes os nutrientes. Em solos arenosos pode causar ainda a lixiviação dos nutrientes aplicados.

Muitos trabalhos de pesquisa relatam a competitividade por água, nutrientes e até por radiação solar, quando relacionam fatores ligados à espaçamento e população de plantas. Assim essa pesquisa mostrou, dentre os híbridos testados, qual deles mais responde à irrigação, qual a população indicada e qual o manejo de irrigação obteve o melhor resultado.

Na Figura 5 é possível observar que o sequeiro sofreu deficits hídricos moderados já a partir dos 45 DAE (dias após a emergência), e após os 60 DAE permaneceu em *deficit* até o final do ciclo com poucas precipitações.
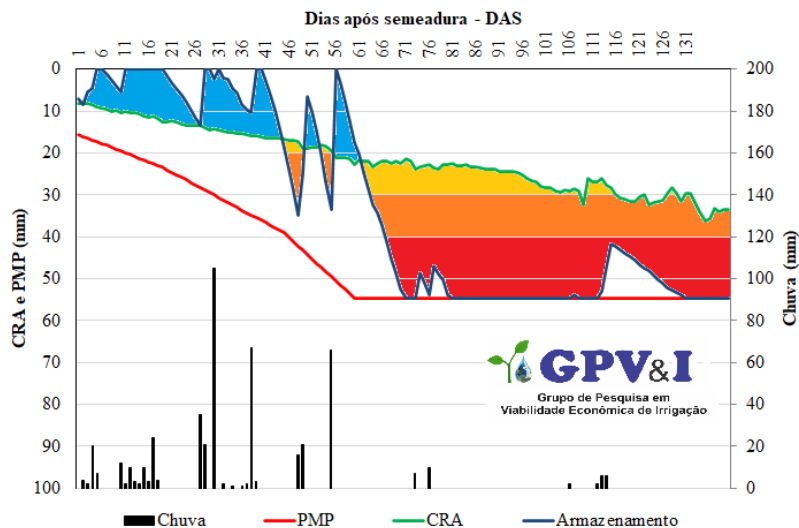
Figura 5. Ocorrência de chuvas durante o experimento e *deficit* hídrico ocorrido nas parcelas sem irrigação.

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados de produtividade em sacas por hectare, bem como da interação entre a irrigação e o sequeiro, os híbridos e as populações, para o manejo de diferentes frequências de irrigação.

Os resultados mostraram que é possível aumentar a produtividade em áreas de milho safrinha irrigado, aumentando a população acima do recomendado para áreas de sequeiro, dependendo da escolha do híbrido.

Assim é importante o agricultor definir sua meta de produtividade aliada ao seu custo de produção.

O melhor resultado foi obtido com a frequência de irrigação de 3 dias, chegando à 220 sc ha^{-1}, com o híbrido Morgan MG 652 PW. Já na condição de sequeiro o melhor resultado foi alcançado com o híbrido Dow 2B 810 PW, alcançando 162 sc ha^{-1}. Apesar do resultado, alertamos que cada caso deve ser analisado com atenção. Diferentes híbridos possuem diferentes comportamentos em diferentes regiões. É importante ainda ter em conta que, dependendo da região que se deseja produzir, os híbridos aqui citados podem não apresentar os mesmos desempenhos. É muito importante procurar uma assessoria.

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados de produtividade em sacas por hectare, bem como da interação entre a irrigação e o sequeiro, os híbridos e as populações, para o manejo de diferentes lâminas de irrigação.

Tabela 3. Desdobramento estatístico da interação irrigação x híbridos x população de plantas, para as diferentes frequências de irrigação.

Frequência de Irrigação – Híbridos - População		Produtividade em sacas por hectare		
		População 1	**População 2**	**População 3**
Sequeiro	Dow 2B 810 PW	118,5 Ab	152,4 Aa	162,2 Aa
(Sem irrigação)	Morgan MG 652 PW	120,8 Aa	126,6 Ab	145,5 Ac
Irrigado 1 Frequência Diária	Dow 2B 810 PW	162,3 Ab	166,1 Aa	167,7 Aa
	Morgan MG 652 PW	127,6 Ba	145,8 Aab	165,9 Abc
Irrigado 2 Frequência de 2 Dias	Dow 2B 810 PW	179,1 Aa	190,0 Aa	192,0 Aa
	Morgan MG 652 PW	148,9 Ba	177,5 Aa	204,9 Aab
Irrigado 3 Frequência de 3 Dias	Dow 2B 810 PW	168,1 Aa	176,7 Aa	182,6 Ba
	Morgan MG 652 PW	156,4 Aa	176,9 Aa	220,1 Aa
Irrigado 4 Frequência de 4 Dias	Dow 2B 810 PW	173,3 Aa	190,7 Aa	181,2 Aa
	Morgan MG 652 PW	152,9 Aa	148,3 Bab	206,1 Aab
Irrigado 5 Frequência de 5 Dias	Dow 2B 810 PW	174,9 Aa	171,3 Aa	176,1 Aa
	Morgan MG 652 PW	157,1 Aa	169,9 Aab	204,8 Aab

Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
Diferença entre as Colunas – Classificação com letras Minúsculas. DMS = 46,4334.
Diferença entre as Linhas - Classificação com letras Maiúsculas. DMS = 29,2652.

Tabela 4. Desdobramento estatístico da interação irrigação x híbridos x população de plantas, para as diferentes lâminas de irrigação.

		Produtividade (sc ha^{-1})		
Lâmina de irrigação	**Híbridos**	**População 1**	**População 2**	**População 3**
Sequeiro	Dow 2B 810 PW	118,5 Ab	152,4 Aa	162,2 Aa
(Sem irrigação)	Morgan MG 652 PW	120,8 Aa	126,6 Ba	145,5 Aa
Irrigado 25% Lâmina de Água	Dow 2B 810 PW	163,3 Aa	174,3 Aa	172,8 Aa
	Morgan MG 652 PW	151,3 Ab	170,7 Aab	190,3 Aa
Irrigado 50% Lâmina de Água	Dow 2B 810 PW	176,3 Aa	165,9 Aa	175,3 Aa
	Morgan MG 652 PW	159,3 Aa	172,8 Aa	189,3 Aa
Irrigado 75% Lâmina de Água	Dow 2B 810 PW	163,3 Aa	167,1 Aa	168,1 Aa
	Morgan MG 652 PW	152,6 Aa	163,7 Aa	187,7 Aa
Irrigado 100% Lâmina de Água	Dow 2B 810 PW	175,5 Aa	181,2 Aa	185,4 Aa
	Morgan MG 652 PW	154,7 Ab	151,5 Ab	193,7 Aa
Irrigado 125% Lâmina de Água	Dow 2B 810 PW	182,6 Aa	195,2 Aa	194,5 Aa
	Morgan MG 652 PW	113,2 Bb	164,4 Aa	159,3 Ba

Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
Diferença entre as Colunas – Classificação com letras Minúsculas. DMS = 38,0482.
Diferença entre as Linhas - Classificação com letras Maiúsculas. DMS = 11,1342.

Na Figura 6 mostra-se que a melhor lâmina de irrigação, para todas as populações testadas, ficou próxima de 80% da ETc. É importante ressaltar que embora a melhor lâmina deveria estar em torno de 100% do ponto de vista a reposição de água, mas existem outros fatores como já citados anteriormente.
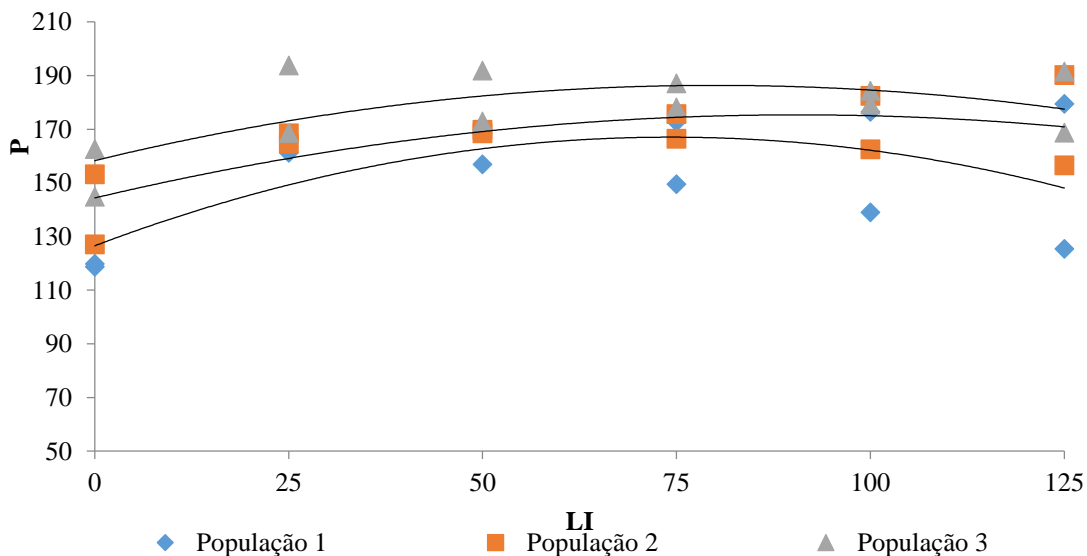
Figura 6. Produtividade do milho (P, sc ha^{-1}) safrinha em função da lâmina de irrigação (LI, % ETc).

Já na Figura 7, ao analisarmos as médias gerais dos híbridos nas diferentes populações, o sequeiro propiciou reduções de produtividade de cerca de 40 sc ha^{-1}, independente a população testada. Os melhores resultados foram obtidos com a população acima da recomendada para ambas as condições, sequeiro e irrigado. Entre as lâminas os resultados foram muito próximos.
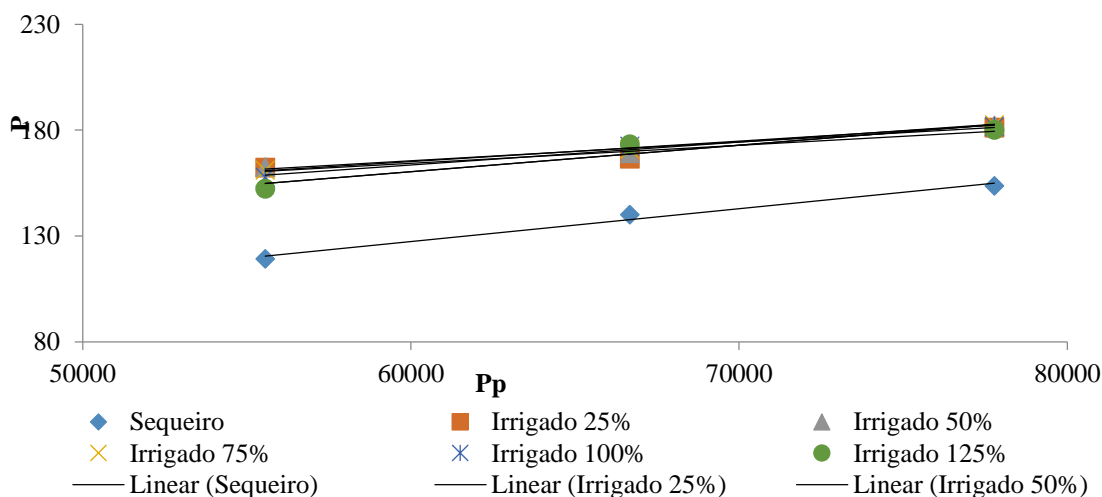
Figura 7. Produtividade do milho (P, sc ha^{-1}) safrinha em função da população de plantas (Pp, plantas ha^{-1}).

7.8 Produção contínua e integrada

É viável irrigar soja? É viável irrigar milho? São perguntas comuns quando um produtor de grãos de uma determinada região resolve iniciar-se na irrigação. Fato é que agricultura

irrigada não se viabiliza com uma única cultura. É preciso planejar o sistema de produção que será adotado.

Um outro fator importante é a rotação de culturas para interromper ciclos de pragas/doenças. Desta forma a integração lavoura pecuária vem ganhando cada vez mais força também nos sistemas de produção irrigados.

Uma prática comum é utilizar os cantos dos pivôs para pastejo do gado. Na época das chuvas, em que o pasto está farto, é calculada uma ocupação em que a área dos cantos seja suficiente para aquele número de cabeças de gado. Quando chega o inverno seco e a pastagem começa a diminuir, libera-se este gado para pastejo dentro da área do pivô. É comum nesse sistema de produção, o plantio do milho consorciado com braquiária para que após a colheita do milho, o gado possa se alimentar da braquiária e dos restos de produção do milho.

A integração lavoura pecuária ainda permite a incorporação de ureia e a matéria orgânica provenientes dos dejetos dos animais.

Uma outra forma importante de ocupar os cantos dos pivôs é com a produção de madeira de florestas plantadas (Figura 8). A ocupação desses cantos com eucalipto por exemplo, além de produzir madeira para os mais diversos usos, como combustível para secadores de grãos, ainda trazem benefícios indiretos como ambiente favorável à reprodução de inimigos naturais e até mesmo efeito quebra-vento.

Figura 8. Aproveitamento dos cantos do Pivô (Imagem do *Google Earth*).

Ainda sobre possibilidades de ocupação econômica dos cantos do pivô, é utilizá-los como área de compensação ambiental, visto que a relação de área quadrada e área circular gera uma "perda" de aproximadamente 21% nos cantos. A Tabela 5 nos mostra a relação entre área quadrada e a área circular de um pivô centralizado em tal área. Se considerarmos as condições de campo em que nem sempre as áreas formam um quadrado exato em torno do círculo do pivô, essa relação pode sofrer variações.

Tabela 5. Relação entre a área retangular e os cantos do pivô central.

Área quadrada	Pivô central		Cantos	
ha	Área (ha)	Raio	ha	%
25	20	252	5	21
51	40	357	11	21
76	60	437	16	21
102	80	505	22	21
127	100	564	27	21
153	120	618	33	21
178	140	668	38	21

7.9 Considerações finais

No passado a adição de tecnologia de irrigação na agricultura de sequeiro teve como objetivo a aplicação de água com foco no aumento de produtividade. Com o passar do tempo buscou-se a melhoria da eficiência destes sistemas, voltados para a eficiência do uso da água, pesquisando assuntos como manejo de *deficit* hídrico, repondo parcialmente a água evapotranspirada pelas plantas, para redução dos custos de aplicação.

Mais recentemente a irrigação suplementar, passou a ser indicada também para regiões que, embora possuam bons regimes pluviométricos, observa-se a ocorrência de veranicos. A estabilidade nas safras garante produtividade potencial e eficiência dos insumos agrícolas aplicados, sem contar os inúmeros benefícios ambientais obtidos como a regularização da vazão dos rios, redução de assoreamentos, geração de energia, bem como "planos produtores de águas", que incentivam os produtores adotarem práticas conservacionistas.

Nesta evolução da irrigação observa-se mudanças relacionadas inicialmente a busca da viabilidade econômica via incremento de produção, para manejos que levam em conta o uso do *deficit* hídrico controlado e assim uma melhor relação produtividade e uso da água, proporcionando o foco da eficiência do uso da água, que tomou conta das publicações científicas.

Assim, os benefícios diretos e indiretos que a agricultura irrigada proporciona vão além do incremento de produção e da rentabilidade, possibilitando de forma efetiva o aumento em quantidade e qualidade na geração de emprego, aumento efetivo da renda local e da região, com forte impacto social relacionada a melhoria da qualidade de vida da região sob impacto da agricultura irrigada.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO**.** Disponível em: https://www.gov.br/ana/. Acesso em: 1 fev. 2021.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration. Rome: FAO, 1998. 301p. (FAO. Irrigation Paper, 56).

ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE SOJA E MILHO DE MATO GROSSO DO SUL. APROSOJA-MS. Disponível em: http://sistemafamasul.com.br/aprosoja-ms/. Acesso em: 1 fev. 2021.

ASSOCIAÇÃO SUL MATO-GROSSENSE DOS PRODUTORES DE ALGODÃO. AMPASUL. Disponível em: http://www.ampasul.org.br/. Acesso em: 1 fev. 2021.

COMPAGNON, A.M.; GAVA, R.; DALPASQUALE, V.A.; MARTINS, C.H. PSICRO 2009. Programa computacional para determinação das propriedades psicrométricas do ar. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v.3, p.251-269, 2010.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra. Disponível em: http://www.conab.gov.br/. Acesso em: 1 fev. 2021.

COTRIM, M.F.; SILVA, J.B.; LOURENÇO, F.M.S.; TEIXEIRA, A.V.; GAVA, R.; ALVES, C.Z.; CANDIDO, A.C.S.; CAMPOS, C.N.S.; PEREIRA, M.D.; TORRES, S.B.; BACCHETTA, G.; TEODORO, P.E. Studying the link between physiological performance of *Crotalaria ochroleuca* and the distribution of Ca, P, K and S in seeds with X-ray fluorescence. **PLoS One**, v.14, p.e0222987, 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA Disponível em: https://www.embrapa.br/. Acesso em: 1 fev. 2021.

FREITAS, P.S.L; GAVA, R.; TEIXEIRA DE FARIA, ROGÉRIO; REZENDE, Roberto; VIEIRA, PAULO VINICIUS DEMENECK. Soil evaporation under different straw mulch fractions. **African Journal of Agricultural Research**, v.9, p.1793-1800, 2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. Relatórios. Disponível em: https://www.fao.org.br. Acesso em: 1 fev. 2021.

GAVA, R.; ANSELMO, J.L.; NEALE, C.M.U.; FRIZZONE, J.A.; LEAL, A.J.F. Different soybean plant populations under central pivot irrigation. **Engenharia Agrícola**, v.37, p.441-452, 2017.

GAVA, R.; BORGES, E.P.; ANSELMO, J.L.; ANDRADE, B.G. Lavoura irrigada - Soja. **Cultivar Grandes Culturas**, v.8, p.28-31, 2019.

GAVA, R.; COTRIM, M.F.; KÜHN, I.E.; WASSOLOWSKI, C.R.; MARTINS, P.H.A.; TEODORO, P.E. Water availability for high yield of soybean cultivars. **Research, Society and Development**, v.9, p.53963373, 2020.

GAVA, R.; DA SILVA, E.E.; BAIO, F.H.R. Calibração de sensor eletrônico de umidade em diferentes texturas de solo. **Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas**, v.10, p.154-162, 2016.

GAVA, R.; FREITAS, P.S.L. DE; FARIA, R.T.; REZENDE, R.; FRIZZONE, J.A. Soil water evaporation under densities of coverage with vegetable residue. **Engenharia Agrícola** (Impresso), v.33, p.89-98, 2013.

GAVA, R.; FREITAS, P.S.L.; JOSE, J.V.; SALVESTRO, A.C. Eficiência de sistemas da aplicação de vinhaça visando economia e consciência ambiental. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v.3, p.111-129, 2010.

GAVA, R.; FRIZZONE, J.A.; SNYDER, R.L.; DE ALMEIDA, B.M.; DE FREITAS, P.S.L.; REZENDE, R. Estratégias de manejo de *deficit* hídrico na irrigação da cultura da soja. **Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas**, v.10, p.305-315, 2016.

GAVA, R.; FRIZZONE, J.A.; SNYDER, R.L.; JOSE, J.V.; JUNIOR, E.F.F.; PERBONI, A. Estresse hídrico em diferentes fases da cultura da soja. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.9, p.349-359, 2015.

GAVA, R.; LIMA, S.F.; SANTOS, O.F.; ANSELMO, J.L.; COTRIM, M.F.; KÜHN, I.E. Water depths for different soybean cultivars in center pivot. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** v.22, p.10-15, 2018.

GAVA, R.; NEALE, C.M.U.; FRIZZONE, J.A.; ANSELMO, J.L.; COTRIM, M.F.; KUHN, I. E. Performance of maize hybrids subject to different application depths under center pivot. **Water Resources and Irrigation Management**, v.6, p.161-168, 2017.

GAVA, R.; SCARPIN, I.M.; BAIO, F.H.R.; WASSOLOWSKI, C.R.; NEVES, D.C. Time available for spraying and mechanized sowing in the northeast of the state of Mato Grosso do Sul and south of Goiás. **Engenharia Agrícola,** Jaboticabal, v.38, p.443-450, 2018.

GAVA, R.; SILVA, T.R.; COTRIM, M.F.; ABREU, A.B.L.; ANSELMO, J.L.; TEODORO, P.E. Irrigation management in soybean crops influences the occurrence of nematodes in the soil. **Bioscience Journal**, v.36, p.1645-1651, 2020.

GAVA, R.; SNYDER, R.L.; FRIZZONE, J.A.; KÜHN, I.E.; COTRIM, M.F.; PIATI, G.L. Maize second season irrigated by center pivot in sandy soil. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.12, p.2554-2560, 2018.

GRANATO, J.A.; GAVA, R.; JOSE, J.V.; SALVESTRO, A.C. **Influência da adição de um adjuvante à calda de pulverização aérea sobre a faixa de deposição total.** Iniciação Científica - CESUMAR, v.11, p.103-110, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/. Acesso em: 1 fev. 2021.

INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE DE MATO GROSSO DO SUL. IMASUL. Disponível em: https://www.imasul.ms.gov.br/. Acesso em: 1 fev. 2021.

MAPBIOMAS. Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil. Disponível em: https://mapbiomas.org/. Acesso em: 26 mar. 2021.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Soja lidera exportações do agronegócio brasileiro, Mapa. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br. Acesso em: 1 fev. 2021.

OLIVEIRA-JÚNIOR, J.F.; TEODORO, P.E.; SILVA JUNIOR, C.A.; BAIO, F.H.R.; GAVA, R.; CAPRISTO-SILVA, G.F.; GOIS, G.; CORREIA FILHO, W.L.F.; LIMA, M.; SANTIAGO, D.B.; FREITAS, W.K.; SANTOS, P.J.; COSTA, M.S. Fire foci related to rainfall and biomes of the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.282-283, p.107861, 2020.

OLIVEIRA, J.T.; RIBEIRO, I.S.; ROQUE, C.G.; MONTANARI, R.; GAVA, R.; TEODORO, P.E. Contribution of morphological traits for grain yield in common bean. **Bioscience Journal**, v.34, p.951-956, 2018.

SALVADOR, M.A.; JOSE, J.V.; REZENDE, R.; OLIVEIRA, H.V.; GAVA, R. Aplicação de efluente líquido de fecularia em substratos e solos para a produção de mudas de eucalipto. Rama: **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v.5, p.175, 2012.

SANTOS, O.F.; LIMA, S.F.; PIATI, G.L.; BARZOTTO, G.R.; GAVA, R. Irrigation as an alternative to reduce damages caused by defoliation of sweet corn. **Horticultura Brasileira**, v.36, p.341-345, 2018.

SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE, DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, PRODUÇÃO E AGRICULTURA FAMILIAR. Panorama energético de Mato Grosso do Sul, SEMAGRO, 1º Trimestre de 2020.

SILVA, V.T.; GAVA, R.; COTRIM, M.F.; WASSOLOWSKI, C.R.; TEODORO, P.E.; SNYDER, R.L. Manejo de irrigação na cultura da soja em sistema de semeadura direta, sobre restos culturais de *Brachiaria ruziziensis*. **Research, Society and Development**, v.9, p.64963430, 2020.

TEODORO, L.P.R.; BHERING, L.L.; GOMES, B.E.L.; CAMPOS, C.N.S.; BAIO, F.H.R.; GAVA, R.; DA SILVA JÚNIOR, C.A.; TEODORO, P.E. Understanding the combining ability for physiological traits in soybean. **PLoS One**, v.14, p.e0226523, 2019.

UNITES STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. USDA. Disponível em: http://www.usdabrazil.org.br/home/. Acesso em: 1 fev. 2021.

WATER FOR FOOD DAUGHERTY GLOBAL INSTITUTE. Disponível em: https://waterforfood.nebraska.edu/. Acesso em: 25 mar. 2021.

CAPÍTULO 8

8 IRRIGAÇÃO: O PRÓXIMO SALTO DA AGRICULTURA BRASILEIRA

Pedro Abel Vieira Júnior, Antônio Márcio Buainain, Durval Dourado Neto e Roberta Dalla Porta Grundling

Resumo

A expansão da produção agrícola brasileira pode ocorrer por meio da intensificação sustentável, reduzindo os impactos ambientais. A introdução de inovações tecnológicas e organizacionais aumentam a produtividade total dos fatores, e a irrigação é uma dessas soluções. Ela possibilita utilizar por um período maior a terra e reduzir perdas decorrentes de eventos climáticos, diversificação da produção com vistas a aumentar o valor agregado e também intensificação da mão de obra. No entanto, existem questões limitantes ao aumento do emprego de irrigação na agricultura brasileira – atualmente somente 10% da área cultivada (8,2 milhões de hectares) no País são irrigadas, enquanto que nos Estados Unidos esse valor sobe para 32%. Uma dessas limitações diz respeito à disponibilidade de energia, mas também as questões burocráticas e a necessidade de programas específicos para o uso mais difundido da irrigação podem ser destacadas.

8.1 Introdução

Nas quatro últimas décadas a produção agrícola brasileira cresceu mais do que a média mundial e projetou o Brasil no mundo como uma potência agropecuária. Em 2020 o Brasil se colocou como o maior exportador mundial de café, açúcar, suco de laranja e carnes (bovina e de frango), o segundo maior exportador de milho e soja (grãos, farelo e óleo) e tem presença marcante nos mercados globais de carne suína e algodão. Também é importante na bioenergia (etanol e biodiesel) e vem ganhando destaque na produção de óleo de palma, de frutas (uva, mamão e manga) e produtos da biodiversidade, com destaque para o açaí (MOTA; CONTINI, 2019). Entre 1975 e 2017, a produção de grãos, que era de 38 milhões de toneladas, cresceu mais de seis vezes, atingindo 236 milhões, enquanto a área plantada apenas dobrou (PORTAL EMBRAPA; INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2021). De 1990 a 2015, segundo Vieira Filho (2018), "o efeito poupa-terra ficou em torno de 366 milhões de hectares, quase 43% da área nacional".

O Brasil tem recursos e competências para continuar expandindo a produção agrícola sem comprometer os recursos naturais, tendo como base a intensificação sustentável da produção viabilizada pela introdução de inovações tecnológicas e organizacionais que elevam a produtividade total dos fatores e simultaneamente reduzem o impacto ambiental. Vários estudos demonstram a possibilidade de dobrar a produção sem necessidade de desmatar e da incorporação de novas terras. Importante destacar que a institucionalidade da preservação ambiental no Brasil, a exemplo do Código Florestal, orienta para que os "pacotes tecnológicos" levem em conta, cada vez mais, as restrições ambientais e a necessidade de promover a sustentabilidade no sentido amplo, de proteção do meio ambiente, relações de trabalho e seguridade alimentar.

Em linha com as conclusões do CGEE (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2014), o relatório "Desafios para a agricultura nos biomas brasileiros" (BUAINAIN *et al.*, 2020) enfatiza que a inovação e o consequente crescimento da

produtividade contribuíram com a transformação da agricultura brasileira nas últimas quatro décadas. Também enfatiza que a agricultura brasileira vem realizando diversas ações para reduzir o impacto ambiental, como a adoção de novas tecnologias a exemplo da integração de sistemas diferentes em uma mesma área. Esses sistemas integrados, além da sustentabilidade ambiental, geram economias que promovem transbordamentos regionais, notadamente a geração de emprego, importantes para o desenvolvimento local. Contudo, a irrefutável trajetória virtuosa confirmada pela "poupança de terra" e pela utilização mais sustentável dos recursos naturais em geral, incluindo o solo e a água, pela agropecuária, não eliminou problemas ambientais e nem significa que os sistemas produtivos praticados não tenham que ser consideravelmente aperfeiçoados para reduzir os impactos negativos e potencializar a sustentabilidade. Ademais, a trajetória de crescimento da produção da agricultura nos últimos 30 anos não é garantia de futuro, até porque apresenta sinais de fadiga. Isto significa que, nos próximos anos, será necessário ampliar a eficiência no uso dos recursos naturais, recompor recursos degradados e reduzir o impacto das mudanças climáticas. Ou seja, ainda há muito que fazer para a agricultura brasileira desenvolver um modelo que, além de dinâmico, seja inclusivo e, principalmente, ambientalmente sustentável.

Em relação aos recursos naturais, base da agricultura, a recuperação, a proteção e o uso sustentável dos recursos naturais dos biomas exigem mais que inovação tecnológica. É necessário, de um lado, gerar conhecimento necessário para sustentar o processo de inovação; e, de outro, inovações organizacionais e institucionais para criar incentivos e viabilizar a adoção e implementação de programas, políticas e iniciativas de promover a transição para a agricultura sustentável do futuro. Os custos de produção crescem, entre outras razões, devido às deficiências sistêmicas e às dificuldades tecnológicas e institucionais para lidar, de forma eficaz, com as restrições ambientais. Assim, na dimensão ambiental, as questões críticas resumem-se à tríade recuperação, preservação e utilização sustentável da riqueza ambiental, em especial dos recursos hídricos e da biodiversidade (BUAINAIN *et al.*, 2020).

Na dimensão social, é preciso enfrentar a pobreza rural e as desigualdades. A agricultura tem muito a contribuir neste campo. É preciso promover a integração produtiva de milhões de agricultores familiares às cadeias de valor do agronegócio, apoiando-se, para tanto, nas tecnologias da agricultura digital que abrem novas oportunidades para os pequenos agricultores, e em políticas públicas adequadas. Isso implica em ajustar o modelo de desenvolvimento que tem caracterizado a dinâmica econômica do País e da agricultura; implica também no desenvolvimento de políticas amplas, que considerem a educação, saúde e sistemas de proteção social.

Na dimensão econômica, a principal questão é aumentar a competitividade, diversificando a produção e a agregação de valor no interior das cadeias produtivas, com foco na sustentabilidade socioambiental. Para tanto, é imprescindível garantir a transição par os padrões de uma 'nova' agricultura, de forma a atender a demanda crescente por produtos limpos, saudáveis e socialmente éticos (BUAINAIN *et al.*, 2020).

Dos seis biomas brasileiros, a agricultura na Mata Atlântica e no Pampa já extrapolaram os limites dos recursos naturais; no Cerrado e na Caatinga estão muito próximos dos limites e na Amazonia e Pantanal é preciso atenção para não implementar sistemas de produção que venham a comprometer os recursos naturais. Ou seja, nos biomas em que a ocupação agrícola se deu há um muito tempo (Mata Atlântica, Pampa, Cerrado e Caatinga), a agricultura carece do 3º salto, enquanto nos biomas Amazonia e Pantanal, a agricultura em grande medida está calcada no extrativismo e na exploração predatória dos recursos naturais carecendo do segundo salto.

O terceiro salto, no ambiente agrícola propriamente dito, implica em conter o avanço da fronteira agrícola e, portanto, requer tecnologias para intensificar a produção agropecuária,

a exemplo da irrigação, que possibilita maior período de utilização da terra e redução nas perdas decorrente de eventos climáticos, dos sistemas integrados, possibilitam maiores transbordamentos locais, e da diversificação com a utilização de produtos de maior valor agregado e mais intensivos em mão-de-obra. Uma exceção é a Caatinga, onde o uso da água está além do razoável e tem gerado conflitos com o meio urbano.

As possibilidades de gerar desenvolvimento a partir do 'dentro da porteira' são inúmeras, importantes, mas limitadas. Por isso, é preciso considerar as cadeias de valor de forma mais abrangente, avaliar e promover o adensamento das cadeias em território nacional, levando em conta tanto a inserção nos mercados globais como o fortalecimento no mercado nacional e local. Por exemplo, segundo o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2014), a certificação da produção agrícola, o uso de insumos biológicos, a aplicação da tecnologia de informação e o processamento da produção agrícola, entre outras, são necessidades prementes à produção agrícola brasileira. Essas necessidades têm grande potencial de gerar transbordamentos industriais e de serviços, setores decisivos para o Brasil retomar o desenvolvimento.

Não há dúvidas sobre o bom desempenho da agricultura brasileira. Porém, o sucesso do passado não é nenhuma garantia de sucesso futuro, em especial quando a dinâmica depende de inovações e o setor enfrenta demandas crescentes, colocadas pelos mercados, instituições e desafios globais cujo enfrentamento já não pode ser postergado. É preciso ter claro que os desafios vão bem além da questão ambiental, e envolvem as profundas mudanças em curso na sociedade, que estão redefinindo o papel dos alimentos, estilo de vida, expectativas, para mencionar apenas alguns dos âmbitos em transformação.

8.2 Agricultura brasileira e meio ambiente

A natureza física e a dinâmica dos processos associados às mudanças climáticas impõem a transformação do ambiente, de natureza global, em escala jamais pensada. O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) indica que a humanidade se encontra em trajetória de redução na aptidão e na capacidade de produção agrícola. O grande desafio político nas próximas décadas, imposto pela mudança do clima, será a implementação de novos modelos econômicos que valorizem a sustentabilidade ambiental e promovam o desenvolvimento socioeconômico mais equilibrado e equitativo. O desafio das próximas décadas será produzir alimentos e bioprodutos, gerando emprego, renda e inclusão, com impacto mínimo sobre o meio ambiente (BUAINAIN *et al.*, 2020).

O enfrentamento deste desafio exige ajustes profundos nos modelos econômicos e mudanças de comportamento da população global, levando em conta os riscos inerentes à mudança do clima. Não se trata de uma equação simples internalizar no comportamento e expectativas dos consumidores e produtores uma externalidade que em certa medida é gerencial. Ainda assim, a restrição ambiental tem sido rapidamente absorvida e as preocupações com o futuro têm se transformado em acordos internacionais, leis nacionais e se traduzido em pressões nos mercados que demandam, cada vez mais, produtos com predicados ambientais e sociais mais explícitos. Incluir o elemento da mudança do clima nessa equação implica em acentuada elevação das incertezas e riscos aos quais o setor agrícola e todos seus transbordamentos se tornam expostos (MOZZER; SAMPAIO, 2019).

É inegável que, ao longo dos últimos 50 anos de investimento em pesquisa e inovação, o Brasil se qualificou como detentor de conhecimento na área de agricultura tropical, manejo sustentável do solo e de água. O desempenho e o progresso da agricultura brasileira, em termos produtivos e ambientais, são incontestáveis, ainda que não se traduza em reconhecimento da comunidade internacional. De um lado, a imagem do setor é comprometida

pelo desmatamento no bioma amazônico, em grande medida realizado por infratores ambientais dissociados do agronegócio e por ocorrências pontuais e isoladas, que nada têm a ver com a dinâmica geral do setor e que tendem a ser generalizadas pela imprensa e movimentos ambientais. De outro lado, a imagem transmitida tende a refletir a fotografia, e não o processo. O efeito poupa terra, a elevação da produtividade total dos fatores, a preservação dos solos e a prática de uma agricultura mais sustentável, cuja evidência maior é o plantio de 3 safras ao ano, com rendimentos crescentes que confirmam a vitalidade dos solos, são resultados de um sólido processo e progresso na utilização dos recursos naturais. No entanto, ficam em segundo plano diante de informações sobre o uso intensivo de insumos químicos, ainda que a utilização relativa tenha se reduzido e que os próprios insumos sejam muito menos agressivos do que os usados no passado.

É certo que algumas denúncias sobre desmatamento são verdadeiras, mas as ocorrências estão associadas à conduta criminosa de uma minoria absoluta e não à dinâmica produtiva do setor como um todo. Mais ainda: o crescimento da agricultura do Brasil, baseado em sistemas produtivos cada vez mais sustentáveis, tem contribuído para reduzir a pressão sobre os principais biomas do país, como também vem contribuindo para mitigar os efeitos negativos do desenvolvimento sobre o meio ambiente, em particular sobre as mudanças climáticas (a produtividade agrícola em relação às emissões pode aumentar tanto pela redução das emissões como pelo aumento da produção física).

Embora responsável por grande parte das emissões, 32% do total em 2010, a agropecuária tem grande potencial para aumentar a produção e ainda mitigar problemas climáticos. Por exemplo, parte das críticas decorre da afirmação de que a expansão da agricultura no Brasil se relaciona ao desmatamento, o que não corresponde à realidade, uma vez que os ganhos de produtividade foram responsáveis por mais de 2/3 do aumento da produção nas últimas 3 décadas. Também se menciona que a fermentação entérica do gado bovino (18,4% produzida pelo metano) e a aplicação de adubos e fertilizantes sintéticos (11% com forte emissão de óxido nitroso) foram as principais fontes emissoras na última década que podem ser mitigadas com o manejo adequado das pastagens. É certo, mas é preciso analisar o processo e considerar os ganhos que têm sido registrados com a introdução de inovações tecnológicas, organizacionais, melhores práticas agropecuárias. Áreas ocupadas com pasto pouco produtivo aumentam a emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE) por quantidade de carne ofertada. Porém, a aplicação de técnicas de recuperação, tais como calagem e adubação, tratamentos físico-mecânicos e integração lavoura-pecuária, aumentam a capacidade de suporte dos pastos e vêm reduzindo significativamente a emissão de GEE por quantidade de carne.

Em estudo inédito sobre a expansão da pecuária no Brasil, Vieira Filho (2018) relacionou o efeito poupa terra e os ganhos de produtividade às emissões de gases efeito estufa e indicou que entre 1990 e 2014 a emissão decorrente da produção da carne bovina caiu pela metade: ou seja, em ¼ de século praticamente dobrou a produção de carne bovina por unidade de emissão de GEE em decorrência das novas técnicas introduzidas, do aumento de produtividade e da redução da área de pastagem. Alterações semelhantes também foram verificadas nas produções de cana-de-açúcar, grãos, algodão e soja, entre outros, elevando a produção agrícola por unidade de emissão ao longo do tempo. Importante ressaltar que essa tendência deve se acentuar com a difusão de programas "verdes" que vêm sendo implantados na última década e que buscam promover a Agricultura de Baixo Carbono. Estes programas vêm estimulando e viabilizando a introdução de técnicas como o plantio direto e o uso de microrganismos em substituição a produtos químicos, assim como a produção Integrada, que permite intensificar a produção melhorando a qualidade dos recursos naturais, entre outras técnicas. Ainda, o contínuo refinamento do Zoneamento Agroecológico tem permitido melhorar a seleção tecnológica, reduzir os riscos de produção e ambientais e elevar a eficácia das

políticas públicas em geral usadas para estimular a produção com preservação ambiental e sustentabilidade em geral.

Contudo, a despeito destes resultados, a trajetória de melhoramentos não pode parar e precisam ser alimentadas por inovações que respondam aos problemas que vão surgindo, sem se desviar das exigências de sustentabilidade. Nos próximos anos, será necessário ampliar a eficiência no aproveitamento da água, solo e biodiversidade, para garantir a produtividade, recompor os recursos naturais e diminuir o impacto das mudanças climáticas no território nacional. Práticas conservacionistas, integração de diferentes sistemas produtivos e maior interdisciplinaridade nos estudos agronômicos deverão ser a base da agricultura brasileira nos próximos anos. Ou seja, a agricultura brasileira depende de ganhos sustentáveis de produtividade, assunto do tópico a seguir.

8.3 Produtividade na agricultura brasileira

A comparação entre a evolução da produtividade da agricultura e demais setores no Brasil confirma o protagonismo da agricultura. Entre 2013 e 2018 o crescimento médio da produtividade por hora trabalhada da indústria de transformação e da construção civil foi de -0,9 e -2,9, respectivamente; no setor serviços o crescimento foi de -1,5, e o único setor que registrou crescimento foi a agropecuária: 7,1. Entre 1995 a 2018, o crescimento médio da produtividade foi de 6,8 na agropecuária, -0,2 na indústria e 0,3 no setor serviços. O efeito positivo do crescimento da produtividade na agricultura é maior do que sua representação no Produto Interno Bruto, em torno de 5%. Isto se deve aos vínculos com os segmentos da indústria e do setor de serviços, que têm sido obrigados a se modernizar para atender às demandas e exigências oriundas da agropecuária. Considerando os setores cuja produção e dinâmica estão diretamente vinculados à agricultura, que no conjunto é designado como agronegócio, a contribuição passa de 20% do PIB. As exportações agrícolas respondem por mais de 36% das exportações brasileiras e cerca de 20% do emprego (ARIAS *et al.*, 2017).

Não é por caso que, nas última duas décadas, a agropecuária tem proporcionado consistentemente um efeito de "proteção" à economia brasileira. Quando indústria e serviços estão com dificuldades, o crescimento da agropecuária tem contribuído para mitigar os efeitos negativos sobre a sociedade, operando como fator anticíclico. Ou seja, sem atribuir causalidade, tem se observado uma relação muito próxima entre o desempenho econômico geral do Brasil e o desempenho da agricultura, indicando que as crises econômicas no Brasil seriam ainda piores sem o papel mitigador que tem desempenhado o dinamismo da agricultura (ARIAS *et al.*, 2017).

Para compreender contribuição da agricultura para o desenvolvimento recente do Brasil, que transcende o papel tradicional de produtora de alimentos e matérias-primas para o mercado doméstico e internacional. Nos últimos 50 anos, a produção agropecuária brasileira se deslocou fundamentalmente para o bioma Cerrado. Primeiramente, nas décadas de 1970 e 1980, a fronteira expandiu-se na região Centro-Oeste, até então considerada inadequada para a exploração agrícola. Posteriormente, a partir de 1990, ao mesmo tempo que na fronteira do Centro-Oeste consolidavam-se sistemas intensivos de produção agropecuária, liderados pelos grãos, algodão e pecuária, a produção se expandia para os cerrados nordestinos, inicialmente no oeste do Estado da Bahia, seguindo para os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, conformando a área que viria a ser chamada de MATOPIBA (VIEIRA FILHO, 2016). Neste processo, tão ou mais importante que o crescimento da produção, foi a própria ocupação do território, a formação de cidades que apresentam indicadores sociais superiores à média do Brasil, a criação de centenas de milhares de empregos e postos de trabalho, nos meios rural e urbano. Levando-se em conta a localização e a completa ausência de infraestrutura de

logística, dificilmente se pode imaginas que estas áreas pudessem vir a ser ocupadas e povoadas com base em atividades industriais e em enclaves mineradores.

A expansão da agricultura brasileira baseou-se em ganhos impressionantes de produtividade. Entre 1975 a 1997 a Produtividade Total dos Fatores (terra, capital e mão-de-obra) cresceu 3,02 % a.a., e entre 1997 a 2015 a PTF foi de 4,28 % a.a., mais do que o dobro da verificada nos EUA, país que ocupa a liderança do agronegócio global (GASQUES *et al.*, 2016). Este aumento da produtividade economizou recursos naturais - o efeito poupa terra - e tem contribuído para mitigação ambiental. Os resultados positivos não podem mascarar que embora a produtividade total dos fatores tenha crescido, o ritmo de crescimento da produtividade de cada fator tem sido desigual, e que a produtividade da terra, que praticamente não variou entre 1975 a 2005, apresenta sinais de redução após o ano de 2006 (Figura 1).
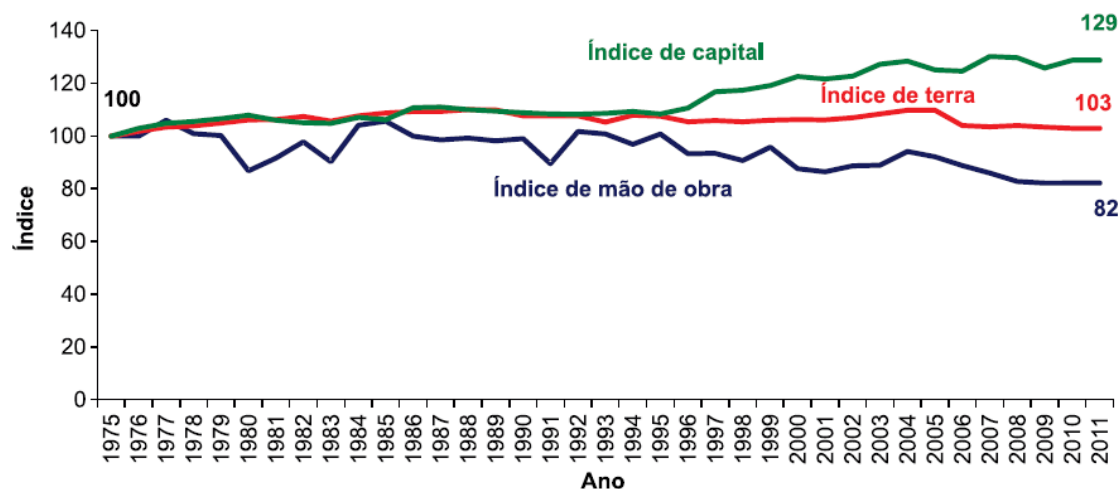
Figura 1. Índices de produtividade da terra, do capital e da mão-de-obra na agricultura brasileira entre 1975 a 2015 (GASQUES *et al.*, 2016).

A continuidade da expansão da agricultura brasileira assenta-se em alguns eixos. Um deles é a disponibilidade de uma fronteira interna de 60 milhões de hectares, áreas de pastagens degradadas e sem utilização produtiva que poderiam ser incorporadas à produção e que são suficientes para sustentar o crescimento sem necessidade de desmatar novas áreas. No entanto, esta possibilidade depende, fundamentalmente, da capacidade de inovação e da dotação de infraestrutura. O Brasil conta com instituições que têm capacidade para gerar inovações, mas ter capacidade de P&D não significa poder contar com as inovações que serão necessárias para incorporar, sustentavelmente, essa fronteira interna à produção agropecuária. E em relação à infraestrutura, sabe-se que o Estado brasileiro não tem os recursos necessários para bancar os investimentos, que dependem do setor privado. O obstáculo, no caso, não é a tradicional falta de recurso. O mundo convive com abundância de capital. O problema, aqui, é institucional, refere-se ao desenho de marcos regulatórios adequados, à estabilidade das regras, à governança dos setores de logísticas, que em 2020 ainda são marcados por uma complexa e irracional teia regulatória e de interesses particulares que afugentam os investidores privados.

Um outro eixo é dar continuidade aos sucessos do passado. O modelo de agricultura tropical desenvolvido no Brasil está baseado na inovação, que privilegia o uso de insumos e de máquinas e equipamentos modernos, o que explica o crescimento da produtividade do capital. Esta tecnologia não tem logrado elevar, da mesma maneira, a produtividade da terra, que é a base do sistema. Esta constatação revela o possível esgotamento do efeito-poupa terra, e a necessidade de uma nova trajetória tecnológica para a agricultura tropical do Brasil que privilegie a produtividade da terra. Esta nova trajetória já pode ser visualizada na região

dos Cerrados, que representa cerca de 35% da área plantada com lavouras temporárias no Brasil. Com a introdução da segunda safra de milho a produtividade da terra na região Centro-Oeste mudou significativamente, uma vez que, além dos 2.963 quilogramas de soja produzidos em cada hectare durante o ano de 2016, somaram-se mais 1.670 quilogramas de milho colhidos na segunda safra de milho (Tabela 1). A contribuição da segunda safra de milho para a produtividade da região Centro-Oeste não é desprezível, em especial ao se considerar que, dos 64 milhões de toneladas de milho produzidos pelo Brasil em 2016, cerca de 40 milhões foram produzidos na segunda safra, sendo que o Centro-Oeste respondeu mais de 60% do milho produzido na segunda safra.

Tabela 1. Área semeada (AS, ha), produção (PD, kg) e produtividade agrícola (PA, kg ha^{-1}) de soja, milho (1ª. e 2ª. safra) no Brasil e na região Centro-Oeste nos anos de 2015 e 2016 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2021).

Cultura	**AS**		**PD**		**PA**	
	2015	**2016**	**2015**	**2016**	**2015**	**2016**
Soja	14.666.590	14.989.590	43.943.604	44.140.654	3.000	2.963
Milho (1º safra)	363.822	324.387	2.447.076	2.432.227	6.863	7.524
Milho (2º safra)	6.362.780	6.906.922	38.674.719	25.034.630	6.078	3.852

Uma pista sobre o 'novo' paradigma tecnológico dedicado a aumentar a produtividade da terra vem da comparação entre os rendimentos obtidos na região Centro-Oeste nas segundas safras de milho nos anos de 2015 e 2016. O rendimento da safra 2016 equivaleu a apenas 63% daquele obtido em 2015 devido à forte estiagem (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2021). Ainda, segundo Banco Mundial (2015), o Brasil perde anualmente mais de 1% do Produto Interno Bruto da agricultura devido a eventos climáticos extremos, notadamente o *deficit* hídrico que representa mais de 80% desses eventos, que poderiam ser mitigados com o uso da irrigação.

Outra pista vem da comparação do Valor Adicionado Bruto da Agricultura (VABA) e do Produto Interno Bruto (PIB) nos municípios de Cristalina e Padre Bernardo, ambos no estado de Goiás, separados por uma distância de menos de 200 quilômetros. Enquanto o VABA de Cristalina no ano de 2018 foi de kR$ 155 por quilômetro quadrado do município, em Padre Bernardo foi de kR$ 47. Já o PIB *per capita* de Cristalina (R$ 38,66 mil por habitante) foi 2,62 vezes o de Padre Bernardo (kR$ 14,71 por habitante) no mesmo ano (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2021). São diversas as explicações para essas diferenças entre os municípios, inclusive a diversificação da produção agrícola. Além da diversificação, Padre Bernardo conta com cinco produtos e Cristalina com 11, 79% do valor da produção agrícola de Padre Bernardo veio da soja. Já em Cristalina cerca de 45% do valor da produção agrícola veio de alho, batata, cebola e tomate, produtos de maior valor, mais intensivos em capital e mão-de-obra e mais dependentes de beneficiamento local quando comparados com soja. Importante notar que esses produtos com maior capacidade de promover o dinamismo socioeconômico local são dependentes de irrigação.

Nesta linha, um dos eixos é explorar melhor, e mais, a irrigação, que oferece várias vantagens. Além de mitigar o risco de produção, possibilita ocupar a terra por um período maior e viabiliza a diversificação da produção com espécies de maior valor para a promoção do dinamismo socioeconômico local. Importante notar que as produções irrigadas, além de dinamizar a economia local, implica na instalação de indústrias e serviços altamente especializados e intensivos em tecnologia, o que contribuiu para o desenvolvimento do país.

8.4 Irrigação: uma nova fronteira de expansão da agricultura brasileira?

Apesar de a área irrigada no Brasil ter crescido mais de 5% ao ano na última década, os números também revelam onde estamos quando comparados aos EUA. Enquanto o Brasil conta com pouco 8,2 milhões de hectares irrigados, o correspondente a cerca de 10% da área cultivada (agricultura), nos EUA a área irrigada é de cerca de 23 milhões de hectares, correspondendo a 32% da cultivada com grãos ou 5,5% da área agrícola total. A questão que se coloca é: por que a área irrigada é tão baixa e quais os entraves para o crescimento da área irrigada no Brasil?

Tabela 2. Participação (%) das produções agrícolas (A_1: Algodão. A2: Alho. B_1: Batata-inglesa. C_1: Cebola. F_1: Feijão. G_1: Girassol. M_1: Milho. S_1: Soja. S_2: Sorgo. T_1: Tomate. T_2: Trigo) no valor da produção agrícola em Cristalina e Padre Bernardo, municípios de Goiás, no ano de 2018 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2021).

Município	A_1	A_2	B_1	C_1	F_1	G_1	M_1	S_1	S_2	T_1	T_2
Cristalina	3,6	14,5	10,4	16,6	5,4	0,1	11,2	32,7	0,5	4,1	0,9
Padre Bernardo	-	-	-	-	4,3	-	14,9	79,0	1,6	-	0,2

Tabela 3. Área irrigada no ano de 2013 e área potencial (AP) para irrigação no Brasil (Região [R]: Norte [1], Nordeste [2], Sudeste [3], Sul [4] e Centro-Oeste [5]) segundo três classes de aptidão do solo e relevo (ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ", 2014).

	Aptidão do solo e relevo						Total			
R	Alta		Média		Baixa		2013		AP	
	2013	AP	2013	AP	2013	AP	ha	%	ha	%
1	27.815	2.059.173	75.073	3.818.623	102.767	5.148.649	205.655	3,4	11.026.445	18,0
2	502.615	1.743.102	517.922	3.176.922	472.364	3.181.048	1.492.901	24,7	8.101.073	13,2
3	861.943	3.425.917	675.081	3.794.523	660.804	6.887.616	2.197.828	36,4	14.108.056	23,0
4	434.633	2.281.044	308.812	2.303.516	536.447	4.126.770	1.279.892	21,2	8.711.330	14,2
5	503.391	8.917.466	227.989	6.555.926	132.182	3.937.393	863.562	14,3	19.410.784	31,6
ha	2.330.397	18.426.702	1.804.877	19.649.510	1.904.564	23.281.476	6.039.838		61.357.688	
%	38,6	30,0	29,9	32,0	31,5	37,9		100		100

A resposta envolve vários fatores, isolados ou em combinação. Em alguns casos é preciso questionar a própria necessidade da irrigação; a disponibilidade de área adicional irrigável, ou o custo para criar áreas irrigáveis, é outro fator. A área irrigada existente - parcialmente subutilizada-, a aptidão agrícola e a disponibilidade de água são variáveis relevantes quando se considera a irrigação. Considerando esses fatores, a Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo (Esalq/USP) estimou um potencial para aumentar cerca de 10 vezes a área irrigada no Brasil, chegando a casa de 60 milhões de hectares (ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ", 2014). Sem qualquer comprometimento ambiental, é importante destacar. Mesmo considerando apenas as áreas com melhor aptidão de solo e relevo, o potencial de irrigação no Brasil ultrapassa 18 milhões de hectares, um número próximo ao dos EUA (Tabela 3).

Associando variáveis socioeconômicas e do interesse ambiental, as áreas de expansão da irrigação foram classificadas pela Esalq em: (i) máximo interesse de intervenção pública, (ii) interesse elevado de intervenção pública, (iii) interesse compartilhado de intervenção pública, (iv) fomento de interesse privado, (v) monitoramento e regulamentação, (vi) intervenção pública específica e monitoramento e (vii) monitoramento (Figura 2). Nas áreas classificadas como (v) e (vi), localizadas principalmente no sertão e agreste nordestino, sul do

Rio Grande do Sul e entornos de regiões metropolitanas, a área total irrigável já está próxima de sua capacidade máxima, portanto, a expansão impõe riscos ambientais elevados e/ou uso concorrente da água (ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ", 2014). Considerando que há irrigação em grande quantidade nessas bacias, intervenções de expansão específicas e de pequena área que não elevem os custos ambientais podem ser apoiadas por iniciativas públicas ou privadas, porém, o investimento em infraestrutura de preservação de água e estratégias de manejo da irrigação é de suma importância.

Nas áreas classificadas como 1, 2 e 3, distribuídas especialmente no leste de Tocantins e Maranhão, Piauí, norte e leste de Minas Gerais, região central do Paraná e parte do centro do Rio Grande do Sul, e em menor ocorrência na Região Norte e na parte central da Região Centro-Oeste, apesar da boa condição do meio físico não houve desenvolvimento expressivo do ambiente rural. Nestas áreas se justifica uma intervenção pública para promover o desenvolvimento e corrigir a ineficácia do atual modelo produtivo. A agricultura irrigada é opção de longo prazo para a bacia, tanto para a área irrigada como não irrigada.

Na área classificada como 7, localizadas principalmente na região Norte, Pantanal e região central de Goiás, o desenvolvimento da agricultura irrigada não é viável do ponto de vista de infraestrutura instalada e há condições de meio físico muito limitantes em alguns casos. As estratégias de desenvolvimento para a bacia não devem considerar esta opção.

Nas áreas classificadas como 4, predominantemente na parte central da região Centro-Oeste, São Paulo, oeste baiano, norte do Paraná e Rio Grande do Sul, apesar da boa condição do meio físico, não houve desenvolvimento expressivo da irrigação. Considerando que nessas regiões o desenvolvimento da agricultura é bom, a prioridade é expandir e promover a agricultura irrigada com participação prioritária da intervenção privada.

Integrando as variáveis socioeconômicas, ambientais e agronomias, foi possível identificar as áreas prioritárias (baixa, média e alta) para expansão da agricultura irrigada no Brasil, as áreas com potencial para serem Mantidas e Recuperadas (M&R) e as áreas de Reserva Técnica (Figura 3). Importante ressaltar que o maior potencial de irrigação está no Centro-Oeste, região onde a segunda safra de milho tem crescido, a despeito da elevada incerteza climática para esse cultivo (Tabela 1).

Apesar de o potencial indicado ser elevado, o trabalho da Esalq sugere a presença de importantes limitações para o crescimento da agricultura irrigada no Brasil. Permanece, assim, a questão: quais os entraves para a área irrigada no Brasil crescer? Assunção (2017) sugere que o crescimento da área irrigada no Brasil pode ser limitado pela disponibilidade de energia. Basta ao leitor observar a sua fatura de energia elétrica e/ou consultar a mídia para assegura-se de que o *deficit* energético no Brasil é uma realidade que só não se manifesta com mais vigor devido à crise econômica instalada no país. No caso da irrigação, além da oferta, há a questão da distribuição de energia, o que possibilitou calcular o Índice de Qualidade Energética (o cálculo da variável qualitativa de infraestrutura elétrica está baseado no valor mínimo da distância de um determinado ponto até o segmento de distribuição de energia elétrica trifásico mais próximo) para o Brasil (Figura 4). Esse Índice indica que a irrigação na região dos Cerrados, em sua maioria, demanda redes com extensões maiores que 30 quilômetros (ASSUNÇÃO, 2017), um grande problema ao considerar que um quilômetro de rede elétrica no Brasil custa cerca de US$ 30.000,00, cerca de 60% mais do que nos EUA. Porém, a solução para essa questão já está em curso com o uso das energias renováveis e distribuídas, a exemplo do solar.

Recursos naturais e energia, apesar de problemas temporários e/ou pontuais, não são limitantes absolutos ao crescimento da irrigação no Brasil, assim, permanece a questão: quais os entraves para a área irrigada no Brasil crescer?
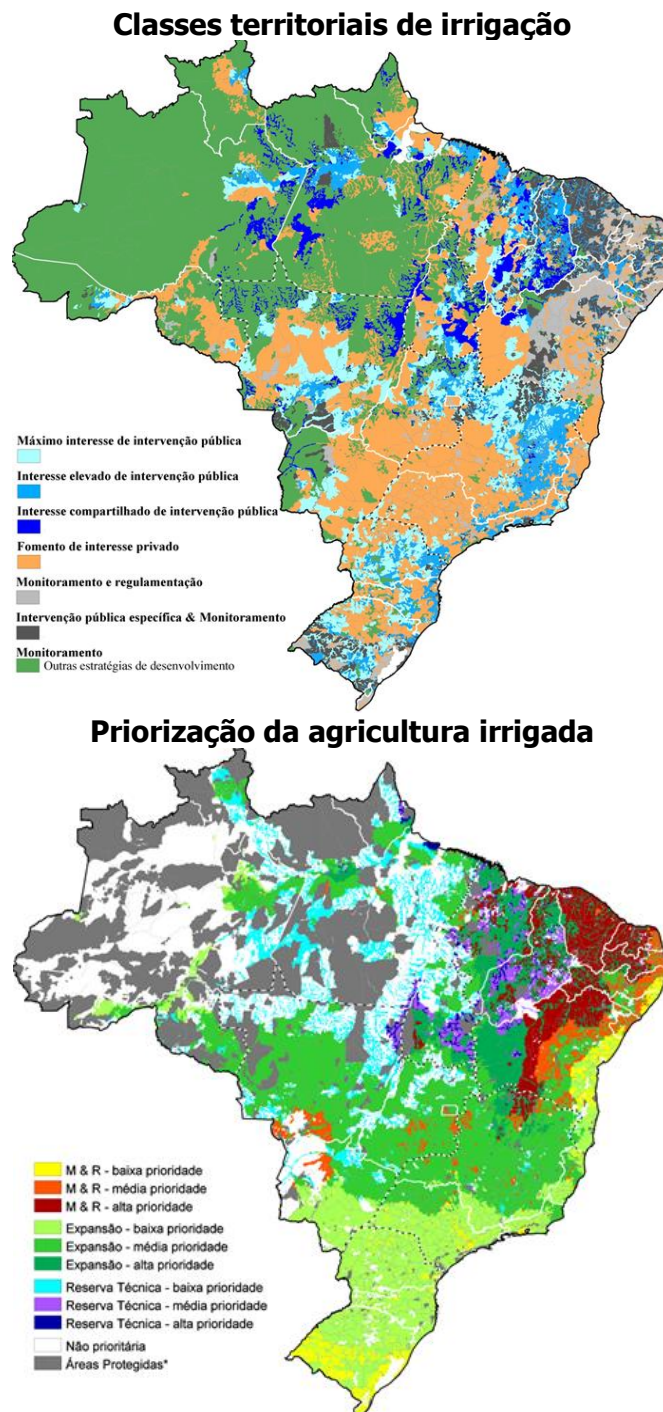
Figura 2. Classes territoriais de agricultura irrigada no Brasil e priorização da expansão (ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ", 2014).

A resposta não é simples, mas aquele agricultor quem já solicitou autorização aos órgãos públicos responsáveis pela gestão dos recursos naturais no Brasil pode fornecer uma pista importante. A burocracia e a estrutura precária de instituições responsáveis fazem com que, em muitas Unidades da Federação, uma autorização para captação de água para irrigação não seja emitida em prazo inferior a um ano. A burocracia (associada ao monitoramento) se justifica pelo risco que o uso indiscriminado dos recursos naturais representa ao país, mas a necessidade de monitoramento não justifica o excesso, morosidade e muito menos a ineficácia da burocracia. Diante de tanta burocracia, como explicar que o Distrito Federal, uma Unidade da Federação com um dos melhores sistemas de gestão dos recursos hídricos do país, sofra uma crise hídrica sem precedentes (CARVALHO, 2018).
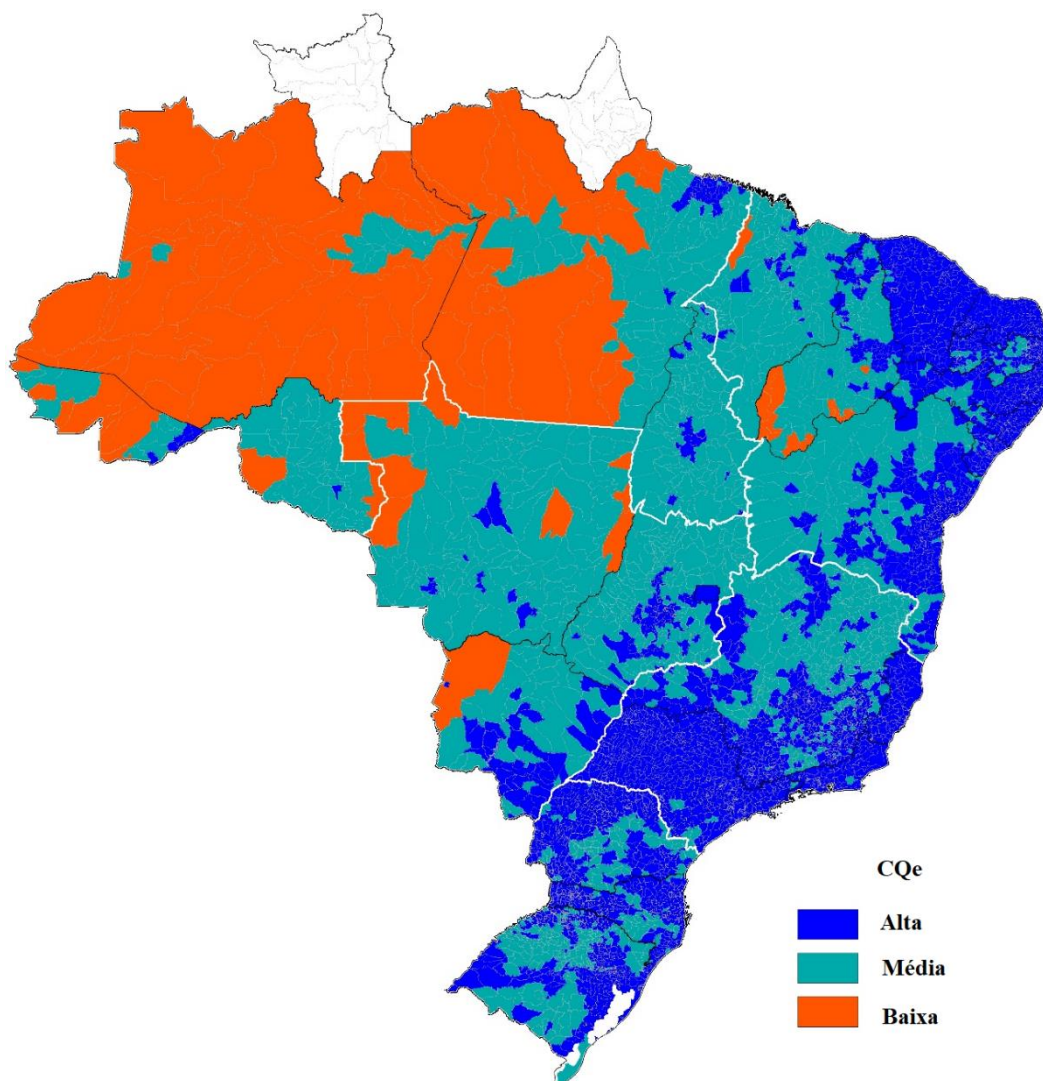
Figura 3. Classes (baixa, média e alta) de qualidade energética (CQe) por município brasileiro no ano de 2016 (ASSUNÇÃO, 2017).

O caso do Distrito Federal deixa claro que a burocracia atrapalha, mas não impede nem a boa nem a má utilização dos recursos naturais, o que deixa ainda em aberta a pergunta sobre os entraves para o crescimento da área irrigada no Brasil. Como se vê, a resposta não é trivial, e provavelmente reúne parte de cada um dos fatores aqui alinhavados. Os estudos da Esalq apontam na direção correta e fornecem subsídios para que a tomada de decisão para que o uso de água ocorra em bases técnicas e empíricas, deixando de lado o subjetivismo. Obviamente que os estudos sobre o uso e gestão da água *per se*, que devem ser realizados com recortes espaciais adequados à cada realidade regional, não promoverão o aumento da área irrigada no Brasil, mas, sem eles, é impossível estabelecer qualquer política para o desenvolvimento da agricultura irrigada. Ou seja, apesar de o uso da Irrigação remontar o Antigo Egito, esse é o 'novo' paradigma da produção agrícola brasileira e, como tudo que é novo, carece de cuidados especiais, os quais, apesar de programas como o Programa de Incentivo à Irrigação e à Armazenagem e o Programa de Financiamento à Agropecuária Irrigada, ainda não recebe a devida atenção das políticas públicas por falta de conhecimento empírico. Na era da big data, da internet das coisas e do sensoriamento remoto, entre outras tecnologias, é viável ao Brasil dispor de um sistema eficiente e em tempo real sobre a oferta e a demanda de água de cada Ottobacia.

8.5 Considerações finais

Apesar dos avanços, ainda há um longo caminho a percorrer para alcançar um modelo de agricultura dinâmico, inclusivo e ambientalmente sustentável. Assim, é preciso considerar as interdependências entre as dimensões de sustentabilidade em um planejamento de longo prazo para o desenvolvimento do espaço rural no Brasil. Nesse sentido, a irrigação é o 'novo paradigma tecnológico' a ser perseguido pelo país para que possa garantir o próximo salto de produtividade agrícola.

Referências

ARIAS, D.; VIEIRA, P.A.; CONTINI, E.; FARINELLI, B.; MORRIS, M. Brazil Productivity Growth Flagship Report, World Bank. **Agriculture productivity in Brazil**: recent trends and future prospects. Brasília, 55p. 2017.

ASSUNÇÃO, A.L.C. **Avaliação da disponibilidade de energia elétrica para expansão da área irrigada no Brasil.** 83p. 2017. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017.

BANCO MUNDIAL. **Revisão Rápida e Integrada da Gestão de Riscos Agropecuários no Brasil:** Caminhos para uma visão integrada. Brasília, 76p., 2015.

BUAINAIN, A.M.; FAVARETO, A.; CONTINI, E.; CHAVES, F.T.; HENZ, G.P.; GARCIA, J.G.; DAMIANI, O.; VIEIRA, P.A.; GRUNDLING, R.D.; NOGUEIRA, V.G.C. **Desafios para a agricultura nos biomas brasileiros**, Embrapa. Brasília, DF, 69 p., 2020.

CARVALHO, L. Um ano de racionamento: confira os números da crise hídrica no DF. Portal G1. 15/01/2018. Disponível em: https://g1.globo.com/df/distrito-federal/noticia/um-ano-de-racionamento-confira-os-numeros-da-crise-hidrica-no-df.ghtml. Acesso em: 21 jan. 2021.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Sustentabilidade e sustentação da produção de alimentos no Brasil:** o papel do país no cenário global. Brasília, v.1., 148p., CGEE, 2014.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ". **1ª aproximação do planejamento e expansão da agricultura irrigada no Brasil:** análise territorial para o desenvolvimento da agricultura irrigada. Projeto de Cooperação Técnica IICA/BRA/08/002: Agricultura Irrigada Sob Cenários Sustentáveis, Esalq, 2014.

GASQUES, J.G.; BACCHI, M. R. P.; RODRIGUES, L.; BASTOS, E. T.; VALDES, C. Produtividade da agricultura brasileira: a hipótese da desaceleração. In: VIEIRA FILHO, J.E.R.; GASQUES, J.G. **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. Brasília, IPEA, p.143-164, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema IBGE de Recuperação Automática**. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/home/ipp/brasil. Acesso em: 21 jan. 2021.

MOTA, M.M.; CONTINI, E. Comércio internacional de produtos do agronegócio. In: VIEIRA, P.A.; CONTINI, E.; HENZ, G.P.; NOGUEIRA, V.G.C. (Ed.). **Geopolítica do alimento**: o Brasil como fonte estratégica de alimentos para a humanidade. Brasília, Embrapa, p.99-134, 2019.

MOZZER, G.B.; SAMPAIO, M.J.A.M. Visão sobre a geopolítica da mudança do clima no setor agrícola. In: VIEIRA, P.A.; CONTINI, E.; HENZ, G.P.; NOGUEIRA, V.G.C. (Ed.). **Geopolítica do alimento**: o Brasil como fonte estratégica de alimentos para a humanidade. Brasília, Embrapa, p.55-70, 2019.

VELOSO, F.; SILVIA MATOS, P.P. **Baixo crescimento da produtividade do trabalho no Brasil**: uma análise dos resultados setoriais desde meados da década de 90, Observatório da Produtividade, FGV. Disponível em:https://ibre.fgv.br/observatorio-produtividade?utm_source=portalfgv&utm_medium=fgvnoticias&utm_campaign=fgvnoticias. Acesso em: 5 mar. 2021.

VIEIRA FILHO, J.E.R. Efeito poupa-terra e ganhos de produção no setor agropecuário brasileiro. Brasília, **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**, 41p., 2018.

CAPÍTULO 9

9 ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA PARA IRRIGAÇÃO

Flávio Gonçalves Oliveira e João Batista Ribeiro da Silva Reis

Resumo

Embora a irrigação possa trazer muitos benefícios aos agricultores, os riscos da adoção de uma agricultura irrigada devem ser criteriosamente estudados e analisados, objetivando-se sempre que o incremento nos rendimentos seja maior que os custos de produção. Existem vários métodos relacionados a viabilidade econômica para auxiliar na tomada de decisão, como exemplos, Valor Presente Líquido, Taxa Interna de Retorno e Payback. Para permitir melhor entendimento desses conceitos, neste capítulo é apresentado um exemplo que pode esclarecer a utilização com maior eficiência de índices econômicos para tomada de decisão mais assertiva no tocante à aquisição de um sistema de irrigação. O estudo demonstrado está relacionado ao dimensionamento de um projeto de irrigação por microaspersão que foi realizado para a cultura da bananeira, considerando as condições edafoclimáticas do município de Janaúba, Minas Gerais. Análises econômicas foram realizadas para cinco projetos em função da jornada diária de irrigação, subtraindo-se o horário de pico devido a cobrança de valor taxativo mais elevado pelo uso da energia e considerou-se o uso da irrigação no período noturno em que se tem um desconto no valor da tarifa de consumo da energia. O sistema dimensionado para uma jornada de 9 horas diárias apresentou maior viabilidade econômica em todos os índices analisados, ou seja, com a utilização do Valor Presente Líquido, Taxa Interna de Retorno e PayBack.

9.1 Introdução

A irrigação é uma tecnologia que requer investimentos significativos e está associada à utilização intensiva de insumos agrícolas, tornando importante o estudo econômico dos componentes envolvidos no sistema (SILVA *et al.*, 2007).

A propriedade agrícola deve ser tratada como empresa, cabendo ao produtor rural realizar um estudo de viabilidade econômica para a cultura a ser implantada, levando em conta o histórico climatológico, logística e o estudo de mercado (FRIZZONE, 1999). Na análise de viabilidade econômica o produtor terá como estimar os custos, as receitas e os benefícios da implantação da irrigação, e assim, saberá se é viável ou não fazer o investimento no sistema de irrigação, qual sistema é mais viável a ser implantado, qual o tipo de bombeamento, qual a jornada de trabalho do sistema de irrigação e em qual época do ano é mais viável plantar e colher.

Os sistemas de irrigação são projetados para terem uma vida útil de muitos anos, assim sendo, não podemos desprezar a importância dos custos operacionais com energia, que estão diretamente relacionados ao tempo de irrigação diário, às demandas hídricas e ao seu manejo.

O modelo determinado por Marques *et al.* (1999), através de equações, calcula os custos fixos (CF), custos variáveis (CV), custos totais anuais (CT), receitas, benefício líquido (BL) e o benefício/custo (B/C). Por meio desses parâmetros é possível avaliar a viabilidade do investimento. Este modelo apresenta resultados de fácil entendimento ao produtor rural (OLIVEIRA *et al.*, 2021).

Embora a irrigação possa trazer muitos benefícios aos agricultores, os riscos da adoção de uma agricultura irrigada devem ser criteriosamente estudados e analisados, objetivando-

se sempre que o incremento nos rendimentos seja maior que os custos de produção. Segundo Silva *et al.* (2003), o custo da irrigação pode ser previsto por meio de uma avaliação econômica, na qual se estimam todos os dispêndios e retornos anuais esperados no projeto agrícola. O resultado dessa avaliação econômica indicará se é interessante ou não a implantação de um sistema de irrigação.

Para que exista sucesso em um investimento, tem-se a necessidade de atentar aos custos e benefícios que serão obtidos, assim como aos recursos necessários para implantação do determinado projeto (OLIVEIRA *et al.*, 2021).

9.2 Análise de viabilidade econômica

A viabilidade econômica considera a rentabilidade de um determinado investimento através da projeção do dinheiro no tempo, considerando os custos e benefícios trazidos por esse investimento. Já a viabilidade financeira avalia a disponibilidade de recursos para realização de um investimento, considerando os valores de investimento, os custos, rendimentos e receitas, entre outros (HARTZER *et al.*, 2013).

Na agricultura irrigada, uma produção eficiente e rentável deve constituir o principal objetivo econômico, buscando sempre receitas maiores que os custos ou, no mínimo, que as receitas e despesas sejam iguais. Desta maneira, é importante conhecer o grau de risco envolvido na aquisição de novas tecnologias. Estes riscos são decorrentes de incertezas econômicas proporcionadas pela variação do preço de venda do produto, taxa de juros, custos da água, vida útil do sistema de irrigação e taxa de manutenção ocorrida com o manejo do sistema de irrigação, bem como variação na produtividade ao longo dos anos (OLIVEIRA *et al.*, 2021).

Ao se fazer a análise econômica da atividade produtiva, podem-se encontrar diversas condições, dependendo da posição do preço (ou receita média), em relação aos custos e cada qual sugerindo uma particular interpretação (VILAS BOAS *et al.*, 2011).

Atualmente, a análise da viabilidade de equipamentos não consiste apenas de caracterização técnica, devendo-se ter, necessariamente, uma avaliação econômica que considere as peculiaridades de cada caso, confrontando benefícios e custos, preferencialmente em âmbito anual (COELHO, 1979; FRIZZONE *et al.*, 1994).

Entre os componentes que formam o custo variável destacam-se energia elétrica e mão–de–obra para o manuseio do equipamento. Estes custos estão associados com a área a ser irrigada, com o número de horas de irrigação por dia, e com a potência instalada por hectare, preço do equipamento de irrigação, incluindo todos os seus componentes (bomba, tubo gotejador, válvulas, motor etc.) e vida útil dos componentes do sistema de irrigação. A quantidade de energia necessária para transportar a água do local de captação à área a ser irrigada é muito variável, o consumo total depende: da energia para fornecer a quantidade de água demandada na área irrigada; da quantidade de água a ser aplicada; da energia hidráulica exigida pelo sistema de irrigação; e da eficiência total do sistema de bombeamento (SCALOPPI, 1985).

A jornada de irrigação comumente é escolhida de maneira arbitrária, e exclusivamente por questões de jornada de trabalho comum para a operação, ou taxa reduzida em horário noturno. É comum não se analisar o valor de potência mais eficiente, que relacione gasto energético com custo de implantação do sistema, em suas condições locais.

Estudos envolvendo o consumo e despesas com energia e água para a irrigação são importantes, pois o custo com energia, na maioria das vezes, constitui-se como o principal item do custo variável, podendo chegar até 70% dependendo do método utilizado (MELO, 1993; FRIZZONE *et al.*, 1994).

Existem diversos métodos utilizados para avaliar a viabilidade econômico-financeira de um investimento e a avaliação significa reunir argumentos e informações para construir os fluxos de caixa esperados em cada um do período desse investimento e aplicar técnicas que possam evidenciar se as futuras entradas de caixa compensam a aplicação do investimento (SOUSA, 2007).

Para a realização de um projeto é necessário, obviamente, estabelecer uma tomada de decisão que tenha critérios técnicos. O método mais eficiente e bastante útil é simular o investimento a partir de algum modelo, no entanto poderá ser gerado fluxos de caixa com o investimento feito. Existem vários métodos para auxiliar na tomada de decisão, como exemplos, Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Payback.

O Valor Presente Líquido resulta em um excedente ou em perda de riqueza no final do período comparado ao valor investido no projeto considerando todos os fluxos de caixa. Para gerar excedente, seu valor precisa ser maior que zero e se caso ocorra o contrário, implica-se na geração de um prejuízo com aquele custo de capital.

Para Casarotto Filho e Kopittke (2008), o VPL é descrito, algebricamente, como o somatório dos fluxos de caixa descontados do projeto em análise. Como temos que considerar o valor do dinheiro no tempo, não se pode somar diretamente os fluxos de caixa envolvidos sem antes ajustá-los a uma taxa de desconto. Escolhe-se a opção que apresenta melhor valor presente líquido. A taxa utilizada para desconto do fluxo (trazer para o valor presente) é a taxa mínima de retorno.

Conforme Hirschfeld (1989), o método do valor presente líquido, tem como finalidade determinar um valor no instante considerado inicial, a partir de um fluxo de caixa formado de uma série de receitas e dispêndios.

A Taxa Interna de Retorno é a taxa de juros recebida para um investimento que consiste em pagamentos (valores negativos) e receitas (valores positivos) que ocorrem em períodos regulares. Nos valores do fluxo de caixa para o cálculo, deve conter pelo menos um valor positivo e um negativo para calcular a Taxa Interna de Retorno, assim obtivemos no ano zero um valor negativo (já que é um desembolso) e os demais positivos. A TIR está intimamente relacionada com VPL, e seu valor será obtido quando o Valor Presente Líquido for igual a zero. Assim, quando o custo de capital for menor que a TIR o projeto é aceito (VPL maior que zero).

Conforme Newnan e Lavelle (2000), a taxa interna de retorno é definida como a taxa de juros pago sobre o saldo devedor de um empréstimo, de tal forma que o esquema de pagamento reduza a zero esse saldo quando se faz o pagamento.

Ainda para os autores, ocorre a taxa interna de retorno como a taxa de juros ganho sobre o investimento não recuperado, de tal forma que o esquema de pagamento reduza a zero o investimento não recuperado no final da vida do investimento.

A NBR 14653-4 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2002), refere-se a TIR, como sendo a taxa de juros que anula o fluxo de caixa descontado de um investimento.

O método de Payback considera o tempo de retorno do capital. Indica o prazo máximo para a recuperação do investimento, podendo assim analisar a viabilidade do projeto. O valor investido é somado, período a período aos fluxos de caixa líquidos gerados, para obter o tempo de recuperação do investimento inicial. Ocorre quando a soma dos fluxos de caixa futuros se iguala ao investimento aplicado inicialmente (BORDEAUX-RÊGO *et al.*, 2010).

Considerado por Casarotto Filho e Kopittke (2008), o principal método não exato, mede o tempo necessário para que o somatório das parcelas anuais seja igual ao investimento inicial.

Genericamente pode-se dizer que registra o tempo médio para os fluxos de caixa se equipararem ao valor do investimento.

A NBR 14653-4 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2002), define o Payback como sendo o período no qual os resultados líquidos acumulados da operação do empreendimento equivalem aos investimentos.

9.3 Irrigação localizada

A agricultura irrigada é de fundamental importância, pois através dela há maior oferta de empregos, desenvolvimento de regiões incluindo-a em possível estado de competitividade. Constitui fonte de oferta permanente (todos os meses do ano) de matérias primas para a indústria alimentar e de produtos energéticos (MANTOVANI; BERNARDO; PALARETTI, 2007).

Em relação ao sistema de microaspersão, que é amplamente utilizado e difundido no semiárido norte mineiro e baiano, é um sistema de irrigação localizada. Irrigação localizada é um método de irrigação em que a água é aplicada na área ocupada pelas raízes das plantas, em intensidades que variam de 1 a 160 litros por hora, porém com alta frequência (turno de rega de um a quatro dias), com o objetivo de manter a umidade do solo na zona radicular próxima a capacidade de campo (BERNARDO *et al.*, 2019)

Existem trabalhos com sistemas de irrigação localizada, como é o exemplo do realizado no Distrito de Ceraíma, em Guanambi, Bahia, em que, na cultura da mangueira, verificou-se a Taxa Interna de Retorno de 30% e 40% ao ano, o Valor Presente Líquido positivo de R$165.984,19 e R$257.427,08, e PayBack de 6 e 5 anos, para o plantio tradicional sob microaspersão e superadensado sob gotejamento, respectivamente. Esses valores demonstram que os sistemas de produção irrigada são viáveis economicamente, entretanto, o sistema de plantio superadensado irrigado por gotejamento tem melhores índices e por isso melhor viabilidade (OLIVEIRA *et al*, 2021). Ainda neste trabalho, verificou-se que é viável o uso dos sistemas de irrigação na produção de manga 'Palmer', entretanto, no plantio tradicional sob microaspersão, o produtor terá retorno financeiro após o sexto ano de cultivo desde que consiga fazer a indução floral para colheita no mês de maio. Por outro lado, no plantio superadensado sob gotejamento, no quinto ano o produtor consegue o retorno financeiro mesmo com colheita da produção nos meses de novembro a janeiro, onde os preços são menores.

Em estudo realizado no Cerrado goiano, os valores encontrados da TIR com dez anos de investimento foram muito superiores aos 15% utilizados como taxa de juros do empreendimento, mostrando a grande viabilidade da produção das cultivares de banana que foram avaliadas, com ou sem irrigação. Em relação ao Payback obtido, foi verificado que, com a utilização da irrigação por microaspersão, todas as cultivares apresentaram um período de retorno de dois anos, enquanto, sem a utilização de irrigação as cultivares BRS Japira e BRS Platina apresentaram período de retorno de 3 anos. Isto demonstra que, mesmo com o maior investimento inicial, a utilização da irrigação propiciou com maior rapidez um retorno do capital inicial investido. O Valor Presente Líquido (VPL) observado nesta avaliação econômica, em dez anos de projeto, na cultivar SH3640 Graúda apresentou o maior valor (105.912,90 R$ $ha^{-1}ano^{-1}$). A maior lucratividade desta cultivar pode estar associada a boa produção no manejo com irrigação (28,791 kg ha^{-1}), visto que, o sucesso da irrigação depende da resposta do cultivar ao acréscimo do regime hídrico (COUTO *et al.,* 2020).

Em sistemas irrigados, caso haja maior investimento em outros insumos (principalmente nutrientes), a produtividade tende a aumentar (FURLANETO *et al.*, 2007). Mas o uso de irrigação isolado pode gerar maior suporte hídrico para as plantas, mas deixa escasso o aporte nutricional. Dessa forma, a utilização isolada da irrigação aumentaria os custos

exponencialmente e a produção não acompanharia esse acréscimo. Portanto, para que a irrigação tenha efeitos satisfatórios, todos os demais manejos devem estar equilibrados.

Para permitir melhor entendimento dos conceitos acima especificados apresenta-se a seguir um exemplo que, esperamos, possa elucidar melhor a utilização de índices econômicos para tomada de decisão mais assertiva no tocante à aquisição de um sistema de irrigação.

9.4 Implantação do modelo de viabilidade econômica

O exemplo a ser demonstrado está relacionado ao dimensionamento de um projeto de irrigação por microaspersão que foi realizado para o cultivo da bananeira, considerando as condições edafoclimáticas do município de Janaúba, Minas Gerais. Análises econômicas foram realizadas para cinco projetos em função da jornada diária de irrigação, subtraindo-se horário de pico devido a cobrança de um valor taxativo mais elevado pelo uso da energia e considerou-se o uso da irrigação no período noturno em que se tem um desconto pelo uso da energia e incentivado pelo governo.

Assim, o dimensionamento ocorreu de forma a obter pouca variação na utilização de equipamentos e materiais do projeto com sistemas mais viáveis de serem instalados.

9.4.1 Dados da área irrigada

Para implantar um bom projeto, necessita-se de uma base de dados específicos do local a que se pretende realizar o empreendimento.

Os dados obtidos foram de tamanho da área, tipo de solo, topografia do terreno e dados climatológicos (equivalentes às médias históricas da região norte mineira).

A área a ser cultivada foi escolhida de 20 hectares, com declividade de 3%.

Segundo revisão de literatura, usou-se o valor de 6,2 mm dia^{-1} para a evapotranspiração de referência e um coeficiente da cultura de 1,2, resultando na evapotranspiração da cultura de 7,4 $mm.dia^{-1}$.

A altitude local é de 516 m, com latitude de 15° 47' 29" S, longitude de 43° 17' 88" E, precipitação pluvial média anual de 800 mm, sendo o clima classificado como Aw (tropical de savana), pela classificação de Köppen-Geiger (ALVARES *et al.*, 2013).

9.4.2 Dimensionamento

No dimensionamento dos projetos de irrigação definiu-se a lâmina, tempo de utilização, cálculo da vazão, dimensionamento do sistema hidráulico (incluindo o conjunto motobomba).

9.4.3 Definição da lâmina de irrigação

A lâmina de irrigação aplicada corresponde ao fator de cobertura e principalmente à evapotranspiração que varia em função da cultura, pelo seu ciclo fenológico, bem como das condições climáticas da região, como precipitação, temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento. Como o local escolhido está incluso na região semiárida, não se considera a precipitação efetiva.

A evapotranspiração da cultura é definida pela Equação 1.

$$ETc = ETo.Kc \quad (1)$$

em que ETc se refere à evapotranspiração da cultura (mm dia^{-1}); ETo à evapotranspiração de referência (mm dia^{-1}); e Kc ao coeficiente da cultura, adimensional.

A evapotranspiração para a irrigação localizada (Equação 2).

$$ETil = ETc.Fc \quad (2)$$

em que Fc se refere ao Fator de cobertura, adimensional; e ETil à evapotranspiração para irrigação localizada (mm dia^{-1}).

E a lâmina líquida foi definida pela Equação 3.

$$LL = ETil - Pe \quad (3)$$

Em que LL se refere à Lâmina líquida (mm dia^{-1}); e Pe à precipitação efetiva (mm dia^{-1}).

A lâmina bruta foi definida a partir da lâmina líquida (Equação 4).

$$LB = LL/Ea \quad (4)$$

em que LB se refere à lâmina bruta (mm dia^{-1}); LL à lâmina líquida (mm dia^{-1}); e Ea à eficiência do sistema, adimensional.

Obteve-se um valor de 7,4 mm dia^{-1} para lâmina líquida e 8,26 mm.dia^{-1} para a lâmina bruta, através de 90 % de eficiência, índice comumente utilização em irrigação localizada.

9.4.4 Tempo de utilização

Considerou-se o tempo da jornada de irrigação no período entre 9 e 21 horas diárias. Sendo que jornadas de 9 horas por dia já contemplam toda a faixa de tarifa reduzida do período noturno, não se justificando avaliar jornadas menores que esse valor. Para jornadas superiores a 21 horas diárias, necessariamente, o sistema de irrigação seria utilizado em horário de ponta, onde o custo do consumo chega a ser muito mais caro. Logo foram utilizadas para dimensionamento as jornadas: diárias de 9h, 12h, 15h, 18h e 21horas.

9.4.5 Cálculo da vazão

Após ser feito cálculos de tempo de operação e número de setores, dividiu-se a área em blocos definindo quantos blocos seriam irrigados simultaneamente resultando em um setor. Como cada projeto terá uma jornada diferente, consequentemente terá uma vazão diferente e um número e tamanho de setor diferente. Dessa forma, utilizou a equação 5 para o cálculo da vazão.

$$Qs = 10.[AS/Ap].Ne.qe \quad (5)$$

em que Qs se refere à vazão do sistema, $m^3\ h^{-1}$; AS à área do setor, ha; Ap à área por planta, m^2; qe à vazão do emissor, L h^{-1}; e Ne ao número de emissores por planta.

9.4.6 Dimensionamento hidráulico

A partir do resultado da vazão necessária para cada sistema de irrigação, dimensionou-se todo o sistema hidráulico respeitando os critérios de irrigação. Um dos critérios padrão durante o dimensionamento foi o de velocidade da água dentro dos tubos, sendo valor próximo de 1 m s^{-1} na sucção e próximo de 1,5 m s^{-1} na adução e linha principal. Outro critério utilizado foi a variação de pressão em cada linha subunidade operacional, garantindo uma variação máxima de 20 % da pressão de serviço média dos emissores, garantindo uma uniformidade adequada nos projetos.

9.4.7 Cálculo dos custos

Em decorrência do dimensionamento dos projetos de microaspersão, obteve-se a relação dos materiais e equipamentos para a sua implantação. Através dessa relação, foi feito

um orçamento em empresas do ramo em Montes Claros, Minas Gerais, no mês de abril de 2021. De posse do orçamento de cada projeto, compararam-se os preços entre si.

9.4.8 Custo de energia

Os cálculos do consumo e do custo de energia elétrica foi feito com base na potência e no horário de utilização, utilizando-se as equações 6 e 7.

$$CM = (Pn.0{,}736.IC)/(\eta.FP) \quad (6)$$

em que Pn se refere à potência nominal (cv); 0,736 ao fator de conversão (cv kW^{-1}); η à eficiência do motor, adimensional; IC ao índice de carregamento (adimensional); FP ao fator de potência, adimensional; e CM ao consumo médio (KWh).

$$Vconsumo = TC.CM \quad (7)$$

em que Vconsumo se refere ao valor de consumo; TC à tarifa de consumo (R$ kWh^{-1}); CM ao consumo medido (kWh).

Multiplicou o consumo pela jornada utilizada em cada projeto e obteve o consumo diário. Usou-se o cálculo de tarifa reduzida em 9 horas de cada projeto, com valor da tarifa reduzida em 73%, e o restante do dia para cada projeto usou-se o valor de tarifa normal para zona rural. A partir daí, considerou-se a utilização de 270 dias de irrigação por ano. O valor utilizado para a tarifa energética da CEMIG foi de R$0,66301 por KWh, valor este vigente em abril de 2021.

9.4.9 Análise econômica

Para a realização de um projeto é necessário, obviamente, tomada de decisão que tenha critérios técnicos. O método mais eficiente e bastante útil é simular o investimento a partir de algum modelo, assim poderão ser gerados fluxos de caixa com o investimento feito. Existem vários métodos para auxiliar na tomada de decisão. O Payback, o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR) foram os métodos escolhidos.

Como não existem receitas nesses sistemas, foi preciso confrontar todos os custos com uma jornada padrão, e foi escolhida a jornada de 21 horas para realizar tais análises.

Antes de fazer esse confrontamento, determinou-se para cada projeto, um fluxo de caixa anual cujo período em análise foi de 20 anos. Cada fluxo de caixa levou em consideração os seguintes itens de custos: custos de energia, manutenção e depreciação. A partir do fluxo de caixa anual de cada projeto, realizou-se o confrontamento de cada projeto pelo projeto que utilizou o tempo de 20 h/dia. Esse confrontamento se refere à subtração dos valores encontrados no projeto de 21 horas diárias pelos valores de cada projeto com os tempos de 9, 12, 15 e 18 horas diárias.

O custo de manutenção foi estimado em 5% do custo de implantação, isso significa que, existem gastos anuais para manter o sistema funcionando.

A depreciação foi calculada a partir da equação 8.

$$DA = (Vi - Vf)/VU \quad (8)$$

em que DA se refere à depreciação anual (R$ ano^{-1}); Vi ao valor de implantação (investimento), R$; Vf ao valor final dos equipamentos do sistema, R$; e VU à vida útil do sistema, anos.

O valor final foi considerado nulo, já que os equipamentos do sistema não serão vendidos durante ou após a análise. A vida útil do sistema foi considerada 20 anos.

A taxa de juros foi considerada a um valor de 6% ao ano do valor investido (implantação).

Após realizar todos esses cálculos para cada jornada, foi feito o confrontamento desses valores das jornadas de 9, 12, 15 e 18 horas com os valores da jornada de 21 horas. Esse confrontamento é feito pela subtração do valor de implantação, custo de energia anual, depreciação e custo de manutenção da jornada de 21 horas pelos valores das jornadas de 9, 12, 15 e 18 horas.

Ao se obter esses dados, usou-se as análises econômicas.

9.4.10 Valor presente líquido

O valor presente líquido foi determinado conforme equação 9.

$$VPL = -I \sum_{t=1}^{n} \frac{FCt}{(1+r)^t} + \frac{VR}{(1+r)^n} \quad (9)$$

em que I se refere ao investimento inicial; FCt ao fluxo de caixa líquido no ano "t"; r à taxa de desconto definida pela empresa, ou taxa de juros considerada; e VR ao valor residual do projeto ao final do período de análise (enésimo período).

A taxa de desconto definida foi de 6% ao ano, o valor residual VR foi considerado nulo (não será retirado o sistema implantado no local, ou seja, não será vendido).

Assim, realizou-se o cálculo do VPL através dos valores dos itens confrontados.

O projeto é considerado viável economicamente quando o VPL é positivo para uma análise de 20 anos nesse exemplo, e, o maior valor VPL representa maior viabilidade.

9.4.11 Taxa interna de retorno

A taxa interna de retorno (TIR) é a taxa de juros recebida para um investimento que consiste em pagamentos (valores negativos) e receitas (valores positivos) que ocorrem em períodos regulares, o período regular neste caso foi de 20 anos. Nos valores do fluxo de caixa para o cálculo, deve conter pelo menos um valor positivo e um negativo para calcular a taxa interna de retorno, assim obtivemos no ano zero um valor negativo (já que é um desembolso) e os demais positivos. A TIR está intimamente relacionada com VPL, e seu valor será obtido quando o Valor presente líquido for igual a zero. Assim, quando o custo de capital for menor que a TIR, o projeto é aceito (VPL maior que zero) e o projeto que apresenta maior TIR é o mais rentável.

9.4.12 Payback

Para saber em quanto tempo o valor investido será recuperado, foi realizado o método de análise Payback e para isso foi realizado o cálculo de valores cumulativos dos fluxos de caixa, onde o payback é encontrado quando o fluxo de caixa acumulado é igual a zero.

9.5 Resultados obtidos

A redução dos custos em um projeto é de fundamental importância em seu dimensionamento. Assim, os cinco projetos foram dimensionados de forma a reduzir os custos.

Por isso, a área foi dividida em blocos irrigados para uma redução de custos em sistemas de irrigação por ser uma alternativa de diminuição da vazão de projeto.

A Figura 1 mostra como foi realizado a divisão da área em blocos, esses por sua vez, formam setores dependendo da vazão de cada projeto. O layout da figura refere-se apenas para as jornadas de 9, 15 e 18 horas, sendo a área de 1 hectare para cada bloco resultando em 20 blocos.
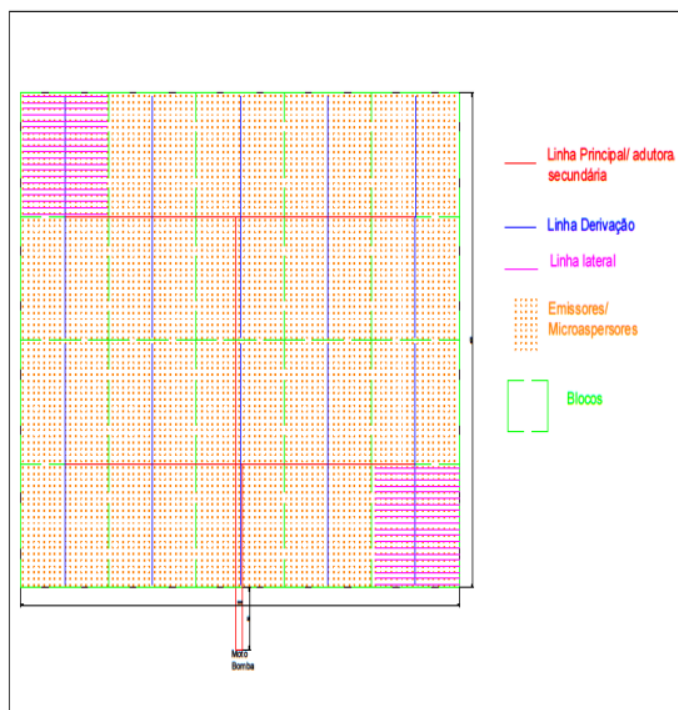
Figura 1. Divisão de blocos das jornadas 9, 15 e 18 horas diárias.

A Figura 2, já se refere às jornadas de 12 e 21 horas com divisão de blocos com 1,1 hectare cada.
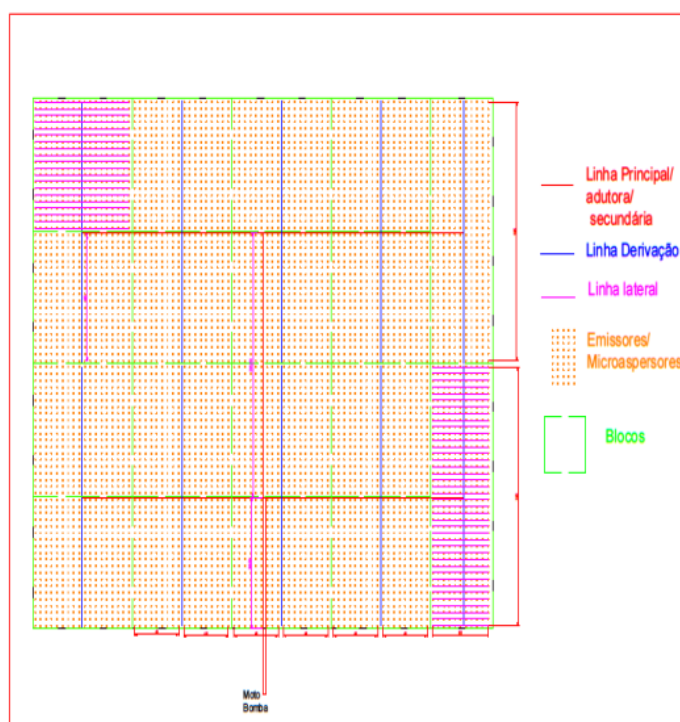
Figura 2. Divisão de blocos das jornadas 12 e 21 horas diárias.

9.5.1 Análise custo de implantação

Para cada projeto dimensionado, obteve-se uma vazão e um conjunto motobomba de potência diferente, devido ao fato de que foram diferentes jornadas diárias alterando assim o valor da vazão e consequentemente a potência da bomba, já que essa é definida em função da vazão e da altura manométrica. A altura manométrica teve uma variação máxima de 10% entre os projetos dimensionados devido a mudança de diâmetro na tubulação alterando a perda de carga e essa perda teve pouca alteração pelo fato de todos os projetos serem dimensionados com um mesmo padrão de velocidade na condução da água (Tabela 1).

Tabela 1. Potência da bomba, vazão e altura manométrica nos cinco projetos dimensionados em função da jornada diária de trabalho.

Jornada (horas/dia)	Vazão (m^3/h)	Altura Manométrica (mca)	Potência no eixo da bomba (cv)
9	183,3	49,11	45,07
12	137,8	51,28	35,36
15	110	49,14	27,06
18	92	54,17	24,94
21	78,9	51,93	20,50
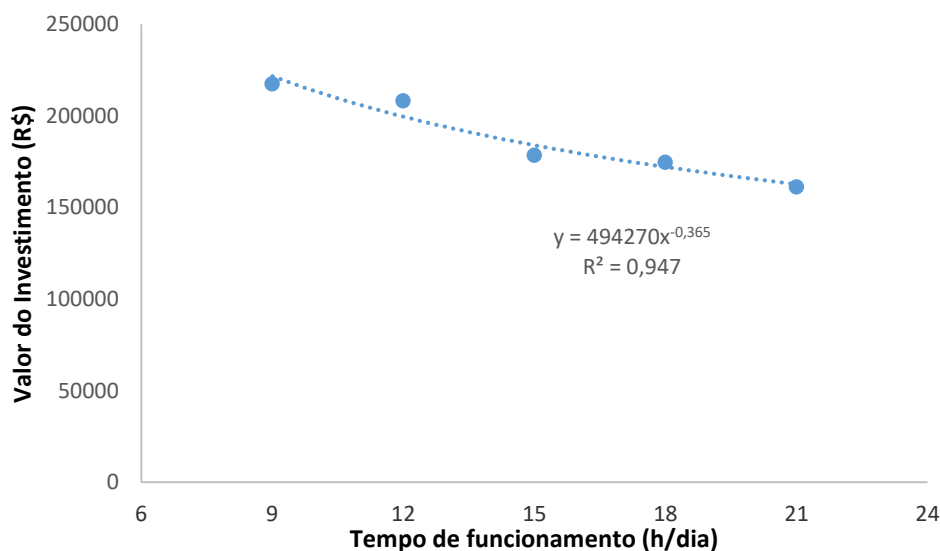
Figura 3. Valor do investimento no sistema de irrigação em função do tempo de funcionamento diário.

É possível observar o aumento da vazão inversamente proporcional ao tempo de funcionamento do sistema de irrigação, o que afeta consequentemente a maior potência demandada.

Na Figura 3 apresenta-se a relação entre valor do investimento no sistema de irrigação e o tempo de funcionamento do mesmo para efeito de projeto. É nítida a redução do investimento com o aumento da jornada de trabalho diária, e, portanto, induz ao irrigante avaliar a sua disponibilidade financeira para o investimento. Nesse exemplo, a redução de 21 para 09 horas, ou seja, 57% de redução no tempo de funcionamento diário, provocou um aumento de R$56.208,00, ou seja, R$2.810,40/ha, aumentando, portanto, 38,87% no custo

do sistema de irrigação. Assim quanto menor a jornada diária de irrigação, maior será o gasto na instalação do sistema.

9.5.2 Análise dos custos de energia, manutenção e depreciação

Apresenta-se na Figura 4 o efeito do aumento da jornada diária de irrigação, o dimensionamento para cada uma altera em seus consumos de energia. É possível observar que o consumo horário de energia se reduz com o aumento do tempo de irrigação diário.

Na Figura 5 estão os valores do custo anual com englobados energia, depreciação e manutenção do sistema de irrigação, em função da jornada diária de funcionamento do sistema de irrigação. É possível observar que os custos anuais aumentam com o aumento do tempo diário de funcionamento.
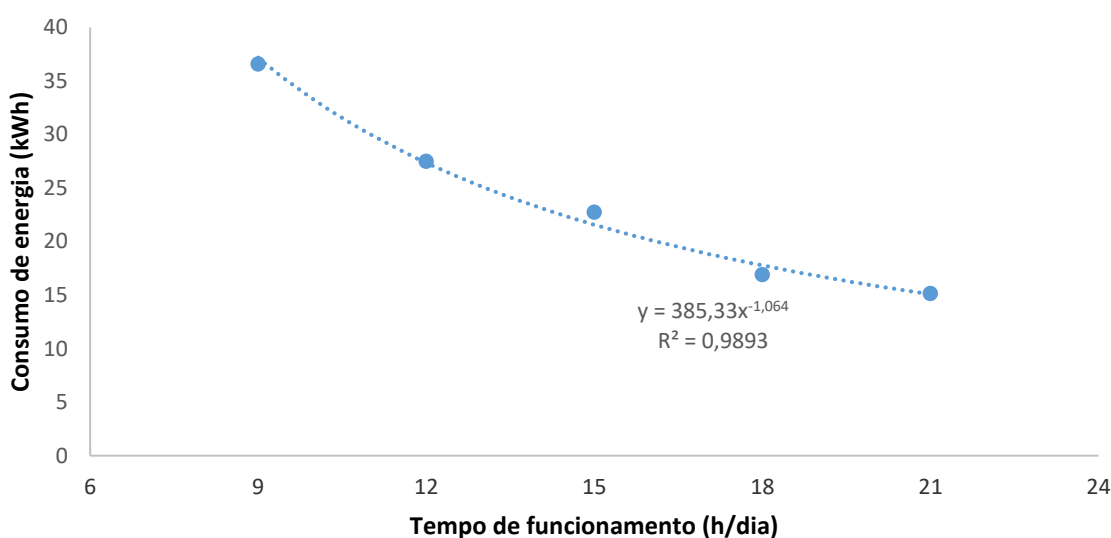
Figura 4. Consumo de energia do sistema motobomba em função do tempo de funcionamento diário do sistema de irrigação.
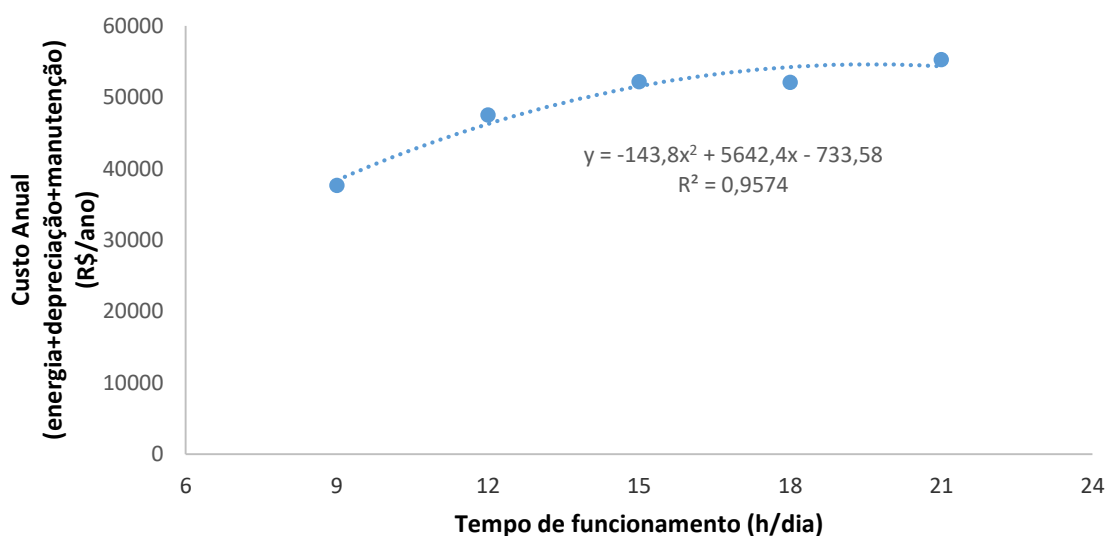
Figura 5. Valores do custo anual (energia + depreciação + manutenção) do sistema de irrigação em função do seu tempo de funcionamento diário.

A redução do tempo de irrigação de 21 para 09 horas diárias proporcionou uma redução de custos anuais de R$17.650,32, ou seja, R$882,52/ha. Tal redução representa 46,87% nos custos anuais com energia, depreciação e manutenção do sistema de irrigação. Essas observações permitem com certeza, a partir de bases financeiras uma melhor tomada de decisão.

9.5.3 Análise viabilidade econômica

Como mencionado anteriormente, os valores dos índices VPL, TIR e PAYBACK estão apresentados em comparação ao tempo de funcionamento de 21 h/dia.

Na Tabela 2 apresenta-se os valores do VPL e TIR dos projetos com jornadas de trabalho de 9, 12, 15 e 18 horas por dia.

Tabela 2. Valores obtidos pelos índices do VPL, TIR e Payback.

Índice	9 horas	12 horas	15 horas	18 horas
VPL (R$)	137.962,01	39.645,18	17.203,89	22.000,72
TIR (%)	31,27	15,61	17,10	23,47
PAYBACK (anos)	4	8	7	5

É possível observar, que em função de todos os valores de VPL estarem positivos, é mais vantajoso financeiramente trabalhos com tempos de irrigação de projeto que sejam menores que 21h diárias, sendo que o tempo de 9 horas diárias se mostrou o mais viável financeiramente.

No tocante a avaliação da TIR, como todos os valores são maiores que 6% ao ano, isto demonstra também ser viável dimensionar um sistema de irrigação com tempo diário de funcionamento menor que 21 horas por dia, sendo o tempo de 9 horas de jornada diária o mais viável financeiramente por apresentar a maior TIR.

Em relação ao Payback, as conclusões são as mesmas das anteriores, cujo tempo de retorno do maior montante de recursos financeiros investidos em um sistema de irrigação com 09 horas de funcionamento diários, retorna ao bolso do investidor em um período de 4 anos.

Em trabalho realizado por Lopes (2014) com os mesmos dados desse exemplo, entretanto, com os valores correspondentes à época, o VPL com maior viabilidade foi também para o tempo de funcionamento diário de 9 horas, enquanto para a TIR e o Payback o tempo de funcionamento diário mais viável foi o de 15h. Isto demonstra a importância de se fazer essas avaliações no momento da aquisição do sistema de irrigação, uma vez que as variações de preços interferem nos resultados econômicos.

O sistema dimensionado para uma jornada de 9 horas diárias, apresenta maior viabilidade econômica em todos os índices analisados. Entretanto, sob um olhar também operacional e de gerenciamento da irrigação talvez fosse interessante dimensionar esse sistema com um tempo de 11 a 12 horas diárias de funcionamento, pois é comum ter que se realizar fertirrigações nos períodos diurnos, o que aumentaria os custos de energia, por outro lado, nas épocas de menor evapotranspiração ao longo do ano, os tempos de irrigação seriam menores do que 9 h/dia perdendo esse desconto de 73% da tarifa energética.

9.6 Considerações finais

A aquisição de sistemas de irrigação requer desembolsos financeiros que geralmente são maiores que o próprio valor da terra, ademais, o aumento da produtividade bem como da produção anual precisa garantir um acréscimo da renda do irrigante, de modo que permita a recuperação do capital utilizado no investimento do equipamento de irrigação.

Muitas das vezes o produtor rural realiza a compra do seu sistema de irrigação sem considerar que o seu valor é influenciado por inúmeros fatores, um dos quais é o tempo de funcionamento do mesmo na época de máxima demanda evapotranspirométrica. Com o crescente aumento dos preços dos componentes dos sistemas de irrigação bem como da tarifa de energia, é preciso avaliar a viabilidade econômica de se utilizar um tempo menor a ser utilizado na jornada diária máxima de funcionamento do sistema de irrigação. Para o embasamento desta decisão, o ideal é utilizar índices econômicos que permitam orientar qual a melhor decisão a ser tomada.

No exemplo aqui apresentado, o dimensionamento de projetos de microaspersão para a cultura da bananeira na região de Janaúba, Minas Gerais, é mais viável economicamente, de acordo com o Valor Presente Líquido, a Taxa Interna de Retorno e PayBack, a uma jornada diária de irrigação de 9 horas.

Referências

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14653-4 – Avaliação de bens parte 4: empreendimentos. Rio de Janeiro, 2002.

BERNARDO, S.; MANTOVANI, E.C.; SILVA, D.D.; SOARES, A.A. **Manual de Irrigação**. 9. Ed. Editora UFV. 2019. 545 p.

BORDEAUX-RÊGO, R.; PAULO, G. P.; SPRITZER, I. M. P. A.; ZOTES, L.P. **Viabilidade econômico-financeira de projetos**. 3. Ed. – Rio de Janeiro: Editora FGV, 2010. 164p. (Gerenciamento de projetos).

CASAROTTO FILHO, N. C.; KOPITTKE, B. H. **Análise de Investimentos**. 10. Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

COELHO, S.T. **Matemática financeira e análise de investimentos**. São Paulo: Ed. Nacional, EDUSP, 1979. 279p.

COUTO, C.A.; DOURADO, W.S.; JÚNIOR, J.A.; SOUZA, E.R.B.; CASAROLI, D.; EVANGELISTA, A.W.P. Viabilidade econômica do uso de irrigação por microaspersão em cultivares de bananeira na região central do Estado de Goiás. **Brazilian Journal of Development,** Curitiba, v.6, n.4, p.19015-19032, 2020.

FRIZZONE, J.A. **Planejamento da irrigação uma abordagem às decisões de investimento**. Piracicaba: Esalq/USP, 1999. 110p.

FRIZZONE, J.A.; BOTREL, T.A.; FREITAS, H.A.C. Análise comparativa dos custos de irrigação por pivô central, em cultura de feijão, utilizando energia elétrica e óleo diesel. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v.5, n.1, p.34-53, 1994.

FURLANETO, F.P.B.; MARTINS, A.N.; CAMOLESI, M.R.; ESPERANCINI, M.S.T. Análise econômica de sistemas de produção de banana (*Musa* sp.), cv. Grande Naine, na região do Médio Paranapanema, estado de São Paulo. **Científica**, v.35, n.2, p.188-195, 2007.

HARTZER, J.H.; SOUZA, A.; DUCLÓS, L.C. Método de Monte Carlo aplicado à análise de projeto: estudo de investimento em um empreendimento hoteleiro. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE CUSTOS,13, 2013, Porto. **Anais**... Porto, 2013.

HIRSCHFELD, H. **Engenharia econômica e análise de custos**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 1989.

LOPES, R.G.N. **Avaliação financeira de projetos de irrigação por microaspersão para a cultura da banana cultivada no norte de Minas Gerais**, 37., 2014. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Agrícola e Ambiental) - Universidade Federal de Minas Gerais. 2014.

MANTOVANI, E.C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L.F. **Irrigação: princípios e métodos**. Ed. UFV: Viçosa, 358p., 2007.

MARQUES, P.A.A.; MARQUES, T.A.; COELHO, R.D. Programa pupunha: software para avaliação econômica da irrigação da pupunha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28., 1999, Pelotas. **Anais**... Pelotas: SBEA, 1999. Trabalho 112, (CD-ROM).

MELO, M.A.B.C. Municipalismo, nation-building e a modernização do Estado no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, São Paulo, ano 8, n.23, p.85-100, 1993.

NEWNAN, D.G.; LAVELLE, J.P. **Fundamentos da engenharia econômica**. Rio de Janeiro: JC, 2000.

OLIVEIRA, F.G., BARROS, A.C.; SANTOS, M.R.; REIS, J.B.R.S. Análise da viabilidade econômica na implantação de sistemas de irrigação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.42, n.313, p.91-100, 2021.

SCALOPPI, E.J. Exigências de energia para irrigação. **Irrigação e Tecnologia Moderna**, Brasília, n.21, p.13-17, 1985.

SILVA, A.L.; FARIA, M.A.; REIS, R.P. Viabilidade técnico-econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.1, p.37-44, 2003.

SILVA, M.L.O.; FARIA, M.A.; REIS, R.P.; SANTANA, M.J.; MATTIOLI, W. Viabilidade técnica e econômica do cultivo de safrinha do girassol irrigado na região de Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.1, p.200-205, 2007.

SOUSA, A.F. **Avaliação de investimento**: uma abordagem prática. São Paulo: Ed. Saraiva, 2007.

VILAS BOAS, R.C; PEREIRA, G.M.; REIS, R.P.; LIMA JUNIOR, J.A.; CONSONI, R. Viabilidade econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura da cebola. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.4p.781-788, 2011.

Alberto Daker

HOMENAGEM

Irrigação

O professor Alberto Daker é graduado em agronomia em 1943, na antiga Escola Superior de Agronomia e Veterinária (ESAV), hoje Universidade Federal de Viçosa (UFV), onde foi professor de 1944 até 1966, na época como Universidade Rural do Estado de Minas Gerais (UREMG), quando se aposentou.

Esteve vinculado, como professor, ao Departamento de Engenharia Rural, hoje Engenharia Agrícola, atuando na área de Hidráulica Agrícola, na graduação, e, posteriormente, na década de 1960, como professor do curso de pós-graduação nas disciplinas de irrigação e drenagem.

Obteve o título de "*Master of Science in Agricultural Engineering*" na Universidade de Michigan, nos Estados Unidos em 1952, na área de Hidráulica Agrícola, tendo sido o primeiro brasileiro a conseguir este título. Em 1954 prestou concurso para professor catedrático, defendendo tese relativa à sua área, sendo um dos mais jovens catedráticos no Brasil.

Na sua vida profissional, destacou-se como professor de inúmeras disciplinas com temas de hidráulica, irrigação e drenagem, desenvolveu inúmeros e importante trabalhos de pesquisa e extensão, como projetos de abastecimento de água de várias localidades, além da construção de inúmeras barragens para acumulação de água, como as existentes na própria UFV. Publicou inúmeros trabalhos científicos e técnicos, destacando-se os três volumes do livro "A Água na Agricultura com os temas Hidráulica Aplicada à Agricultura, Captação, Elevação e Melhoramento da Água e Irrigação e Drenagem", que nortearam os estudantes de Viçosa e do Brasil inteiro, por muitos anos.

Aposentado, trabalhou alguns anos como técnico contratado pela OEA, com atividades em países da América do Sul, foi também assessor de empresas particulares e técnico na EMATER/MG, em assessorias ligadas a projetos de hidráulica, irrigação e drenagem. Prestou inúmeras outras assessorias nos mais diversos órgãos públicos e privados no Brasil.

Recebeu inúmeras homenagens durante a sua carreira profissional como por exemplo a recebida em 2009 durante o XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia em Belo Horizonte. Faleceu em Belo Horizonte, onde residia, em dezembro de 2014, aos 93 anos de idade, após uma longa e produtiva carreira profissional.

Alysson Paolinelli
Durval Dourado Neto
Everardo Chartuni Mantovani

3 de junho de 2022

RELAÇÃO DE AUTORES, CAPÍTULOS E E-MAILS

Id	Autor	Capítulo	E-mail
1	Alysson Paolinelli	1	alysson.paulinelli@hotmail.com
2	Antonio Alfredo Teixeira Mendes	3	alfredo@naandanjain.com.br
3	Antônio Felipe Guimarães Leite	2	antonio.leite@mdr.gov.br
4	Antônio Márcio Buainain	8	buainain@gmail.com
5	Aziz Galvão da Silva Júnior	6	aziz@ufv.br
6	Claudio Tomazela	4	ctairrig@uol.com.br
7	Durval Dourado Neto	1/8	ddourado@usp.br
8	Everardo Chartuni Mantovani	1/6	everardo@ufv.br
9	Flávio Gonçalves Oliveira	9	flaviogoliveira.ufmg@hotmail.com
10	Frederico Cintra Belém	2	frederico.belem@agricultura.gov.br
11	Helvécio Mattana Saturnino	5	helvecio.ms@gmail.com
12	João Batista Ribeiro da Silva Reis	9	jbrsreis@epamig.br
13	Pedro Abel Vieira Júnior	8	pedroabelvieira@gmail.com
14	Ricardo Gava	7	ricardo.gava@ufms.br
15	Roberta Dallla Porta Grundling	8	robertagrundling0209@gmail.com

OS ORGANIZADORES

Alysson Paolinelli. Engenheiro Agrônomo (ESAL, 1959). Diretor da ESAL (1967-1971). Secretário de Agricultura do Estado de Minas Gerais (1971-1974). Ministro da Agricultura (1974-1979). Presidente do Banco do Estado de Minas Gerais (1979-1982). Presidente da Associação Brasileira de Bancos Comerciais Estaduais (Asbace) (1980-1982). Presidente da Fiat Allis Latino Americana (1982-1996 e 1998-2001). Deputado Federal (1987-1991). Presidente da Confederação Nacional de Agricultura do Brasil (CNA, 1988-1990). Presidente do Fórum Nacional de Agricultura (1992-1993). Presidente da Associação Brasileira dos Produtores de Milho (Abramilho, 2010-2015). Prêmio *World Food Prize* (2006). Indicado ao Prêmio Nobel da Paz (2021 e 2022). Terceiro Titular da Cátedra Luiz de Queiroz (Esalq/USP, 2020-2022).

Durval Dourado Neto. Engenheiro Agrônomo (UFV, 1984). Especialização (Física do Solo, ICTP/Itália, 1989). Mestre (Irrigação e Drenagem, Esalq/USP, 1989). Doutor (Solos e Nutrição de Planta, Esalq/USP, 1992). Pós-Doutor (University of California/EUA, 1993-1995). Pesquisador CNPq (Nível 1A). Coordenador do Grupo de Políticas Públicas e do Laboratório de Modelagem Agrícola, Pecuária e Ambiental - Pixel. Professor Titular do Departamento de Produção Vegetal. Diretor da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP.

Everardo Chartuni Mantovani. Engenheiro Agrícola (UFV, 1981). Mestre (Engenharia Agrícola, UFV, 1986). Doutor (Agronomia – Manejo da Irrigação, Universidad de Córdoba, 1993). Criou e coordenou por 20 anos o Grupo de Estudos e Soluções para Agricultura Irrigada – Gesai (DEA/UFV). Professor (desde 1983) Titular Sênior do Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. É o atual Presidente da ABID (Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem).

AGRICULTURA IRRIGADA NO BRASIL

História e Economia

Portal Monumental da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Universidade de São Paulo